

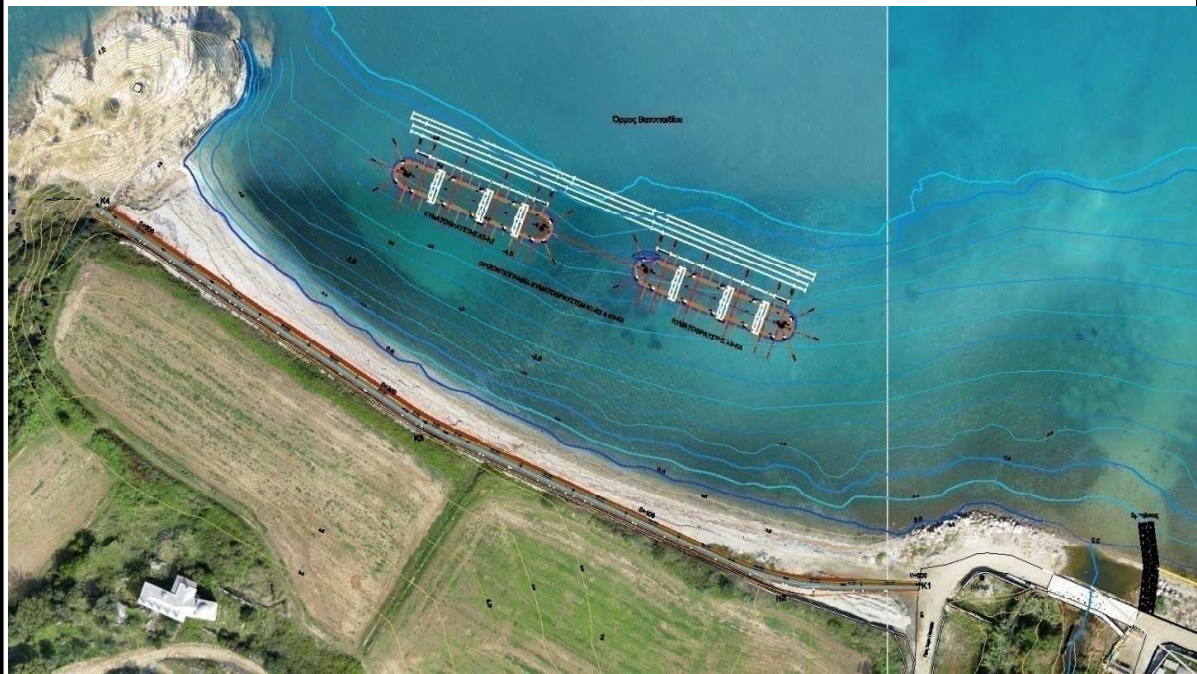
ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ: **ΙΕΡΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΟΝΗ ΒΑΤΟΠΑΙΔΙΟΥ**

**ΑΓΙΟΝ ΟΡΟΣ**

ΕΡΓΟ: **ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΚΤΗΣ**

**Ι.Μ.Μ. ΒΑΤΟΠΑΙΔΙΟΥ**

## **ΜΕΛΕΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**



ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

**ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2018**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	3
<b>2. ΓΕΝΙΚΑ</b>	5
<b>2.1 Εναλλακτικές θέσεις ανάπτυξης του έργου</b>	9
<b>2.1.1 Εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης του έργου</b>	9
<b>3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ</b>	14
<b>3.1. Περιγραφή Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος - Ιστορικά στοιχεία</b>	14
<b>3.1.1. Οικονομικά Στοιχεία</b>	15
<b>3.1.2. Συστήματα υποδομής</b>	16
<b>3.1.3. Επικοινωνίες – ενέργεια</b>	16
<b>3.2. Ατμοσφαιρικό περιβάλλον</b>	17
<b>3.3. Κατάσταση ηχορύπανσης</b>	17
<b>3.4. Γεωλογικά χαρακτηριστικά</b>	18
<b>3.5. Σεισμολογικά στοιχεία</b>	20
<b>3.6. Υδρολογία – Υδρογεωλογία</b>	22
<b>3.7. Μετεωρολογικά στοιχεία – Κλίμα – Βιοκλίμα</b>	26
<b>3.8. Έδαφος – Μορφολογία – Ανάγλυφο</b>	29
<b>3.9. Χλωρίδα</b>	30
<b>3.10. Πανίδα – Οικοσυστήματα - Βιότοποι</b>	31
<b>3.11. Κυματικές συνθήκες – Ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά – Ακτομηχανικά φαινόμενα</b>	32
<b>3.12 Παλιρροιακά στοιχεία</b>	34
<b>4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ</b>	35
<b>4.1 Χωματουργικές εργασίες</b>	36
<b>4.2 Τεχνικά στοιχεία των έργων:</b>	40

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη συντάσσεται για το λιμενικό έργο με τίτλο: «**Προστασία από τη διάβρωση της δυτικής ακτής Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου**» και με αντικείμενο την εκτέλεση αναγκαίων τεχνικών έργων στην παραλία, τον αιγιαλό και το συνεχόμενο θαλάσσιο χώρο, έτσι ώστε να επιχωματωθεί η ακτή και να φτάσει στην αρχική της θέση, να αποκατασταθούν οι ζημιές από τη διάβρωση της ακτής και να προστατευτούν τα υφιστάμενα έργα υποδομής καθώς και οι παρακείμενοι αγροί.

Οι προβλεπόμενοι στόχοι του υπό μελέτη έργου είναι:

- Η μείωση της προσπίπτουσας κυματικής ενέργειας στο παραλιακό μέτωπο.
- Η μείωση της διάβρωσης της παραλίας.
- Η διατήρηση του τοπίου της περιοχής χωρίς να φαίνονται σημαντικές επεμβάσεις.
- Η διατήρηση της θαλάσσιας οικολογίας.
- Η αποφυγή μη αναστρέψιμων επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Η Άμεση Περιοχή Μελέτης είναι το δυτικό παραλιακό μέτωπο της Μόνης Βατοπαιδίου, όπως περικλείεται μεταξύ της εκβολής του ρέματος «Πλατανάρα» και του μικρού βραχώδους σχηματισμού στην θέση «Σταυρός».

Η υπό μελέτη περιοχή, ιδιαίτερα οι λιμενικές εγκαταστάσεις του Όρμου Βατοπαιδίου, έχει αναβαθμιστεί μέσω της επέκτασης του υφισταμένου προσήνεμου κυματοθραύστη, της κατασκευής νέου υπήνεμου μώλου και της δημιουργίας δίαυλου προσέγγισης μέσω βυθοκόρησης. Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου προσβάλλεται, κυρίως, από κυματισμούς με βορειοανατολική και βόρεια διεύθυνση προέλευσης. Οι κυματισμοί με βορειοδυτική διεύθυνση προέλευσης είναι ασθενέστεροι, καθώς το αντίστοιχο μήκος αναπτύγματος του θαλασσίου πεδίου είναι σημαντικά μικρότερο των αντιστοίχων στα Βορειοανατολικά και Βόρεια, ενώ ο Όρμος είναι προστατευμένος από τους ανατολικούς κυματισμούς.

Ο σχεδιασμός των λιμενικών έργων γίνεται με τη μεσολάβηση της Ακτομηχανικής - Τεχνικής Μελέτης (Προστασία από τη διάβρωση της δυτικής ακτής της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου - 2018) του Πολ. Μηχανικού κ. Κυριάκου Σπυρόπουλου και περιλαμβάνει την εξέταση διάφορων λύσεων για την επιλογή της βέλτιστης λύσης για την υπό εξέταση περιοχή. Η επιλογή γίνεται με βάση δοκιμές με την χρήση αριθμητικών ακτομηχανικών μοντέλων για τις διαφορές λύσεις κατά το στάδιο της ακτομηχανικής μελέτης. Μετά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ακολουθεί η λεπτομερής εξέταση της προτεινόμενης λύσης και η πρόταση για την οριστική τεχνική λύση των έργων που απαιτούνται για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος.

Κατά μήκος της εν λόγω ακτής υφίσταται παράκτιος τοίχος, ο οποίος οριοθετεί την καλλιεργήσιμη έκταση νοτίως της ακτής. Λόγω της διάβρωσης από τους κυματισμούς, το πλάτος της ακτής έχει περιορισθεί στα 12m περίπου, με αποτέλεσμα οι εντονότεροι επερχόμενοι κυματισμοί να προκαλούν ζημιές στον παράκτιο τοίχο, λόγω κυματογενούς αναρρίχησης.

Το σχετικά μικρό μήκος (περίπου 320m) και ο προσανατολισμός της ακτής ως προς τους επερχομένους κυματισμούς καθορίζουν τις επιλογές μεθόδων προστασίας με την κατασκευή στο θαλάσσιο χώρο και παράλληλου προς την ακτή, συστήματος δύο (2) βυθιζόμενων κυματοθραυστών, με στάθμη στέψης -0,50μ. από Μ.Σ.Θ. (Γ.Υ.Σ.), τραπεζοειδούς πρίσματος με ογκόλιθους και λιθορριπή και διαστάσεις μήκους 60m και πλάτους 11m ο καθένας και με μεταξύ τους απόσταση 30m.

## 2. ΓΕΝΙΚΑ

Η Άμεση Περιοχή Μελέτης είναι το δυτικό παραλιακό μέτωπο της Μόνης Βατοπαιδίου, όπως περικλείεται μεταξύ της εκβολής του ρέματος «Πλατανάρα» και του μικρού βραχώδους σχηματισμού στην θέση «Σταυρός». Στα ανατολικά των προτεινόμενων έργων υπάρχουν οι λιμενικές εγκαταστάσεις της Μονής οι οποίες αναβαθμίστηκαν πρόσφατα (2016) μέσω της επέκτασης του υφισταμένου προσήνεμου κυματοθραύστη, της κατασκευής νέου υπήνεμου μώλου και της δημιουργίας δίαυλου προσέγγισης μέσω βυθοκόρησης (βλ. Εικόνες 2.1 και 2.2).

Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου προσβάλλεται, κυρίως, από κυματισμούς με βορειοανατολική και βόρεια διεύθυνση προέλευσης. Οι κυματισμοί με βορειοδυτική διεύθυνση προέλευσης είναι ασθενέστεροι καθώς το αντίστοιχο μήκος αναπτύγματος του θαλασσίου πεδίου είναι σημαντικά μικρότερο των αντιστοιχών στα Βορειοανατολικά και Βόρεια, ενώ ο Όρμος είναι προστατευμένος από τους ανατολικούς κυματισμούς.



**Εικόνα 2.1:** Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου πριν την αναβάθμιση του λιμένα (έτος λήψης 2013).



**Εικόνα 2.2:** Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου μετά την αναβάθμιση του λιμένα (έτος λήψης 2017).

Κατά μήκος της εν λόγω ακτής εκτείνεται ο παράκτιος τοίχος που κατασκευάστηκε για την προστασία των γεωργικών εκτάσεων από τους ισχυρούς ανέμους και τμήμα του κεντρικού μονοπατιού που συνδέει τις Ιερές Μονές Βατοπαιδίου και Εσφιγμένου. Λόγω του φαινομένου της διάβρωσης, παρατηρείται η συνεχής μεταβολή της δυτικής ακτής της Βατοπαιδίου, με διαρκή μείωση της παραλίας, το πλάτος της οποίας έχει περιορισθεί σήμερα στα 12,0m από 16,0m που ήταν το έτος 2008 και 23,0m που ήταν το έτος 2003.

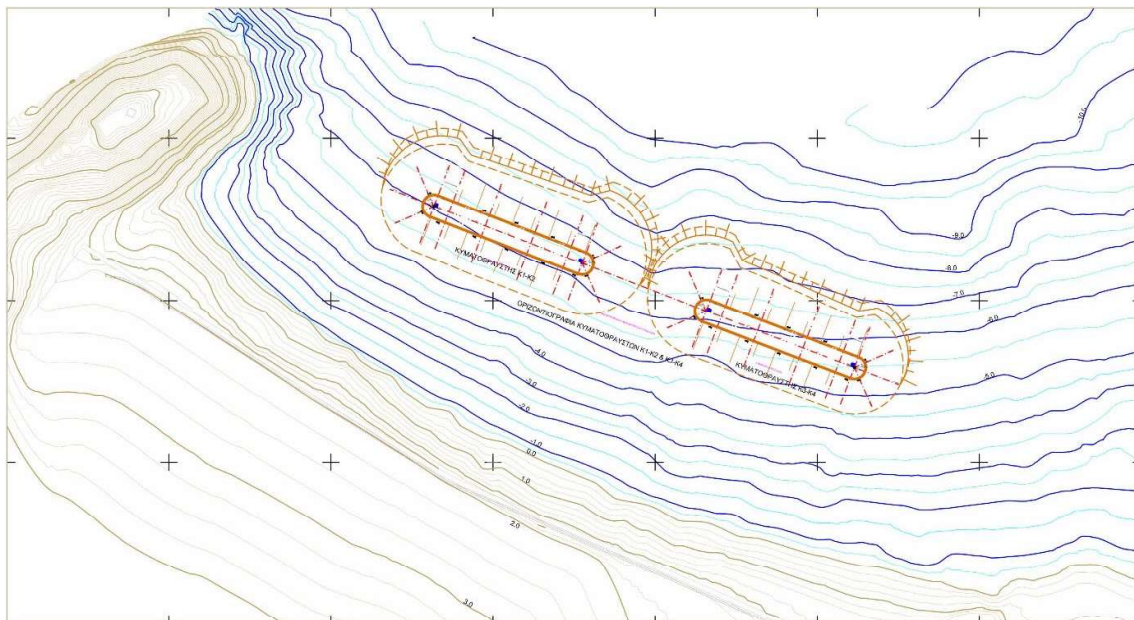
Το μήκος της ακτής που είναι μικρό (περίπου 320m) και ο προσανατολισμός της ακτής ως προς τους επερχόμενους κυματισμούς καθορίζουν τις επιλογές μεθόδων προστασίας (βλ. Εικόνα 2.3 και 2.4):

- Κατασκευή παράλληλου προς την ακτή, συστήματος δύο (2) βυθιζόμενων κυματοθραυστών, με στάθμη στέψης -0,50μ. από Μ.Σ.Θ., μήκους 60m, πλάτους 11m ο καθένας και με μεταξύ τους απόσταση 30m (Σχέδιο ΟΡ 1), οι οποίοι θα προστατεύσουν την ακτή από τους επερχόμενους κυματισμούς.

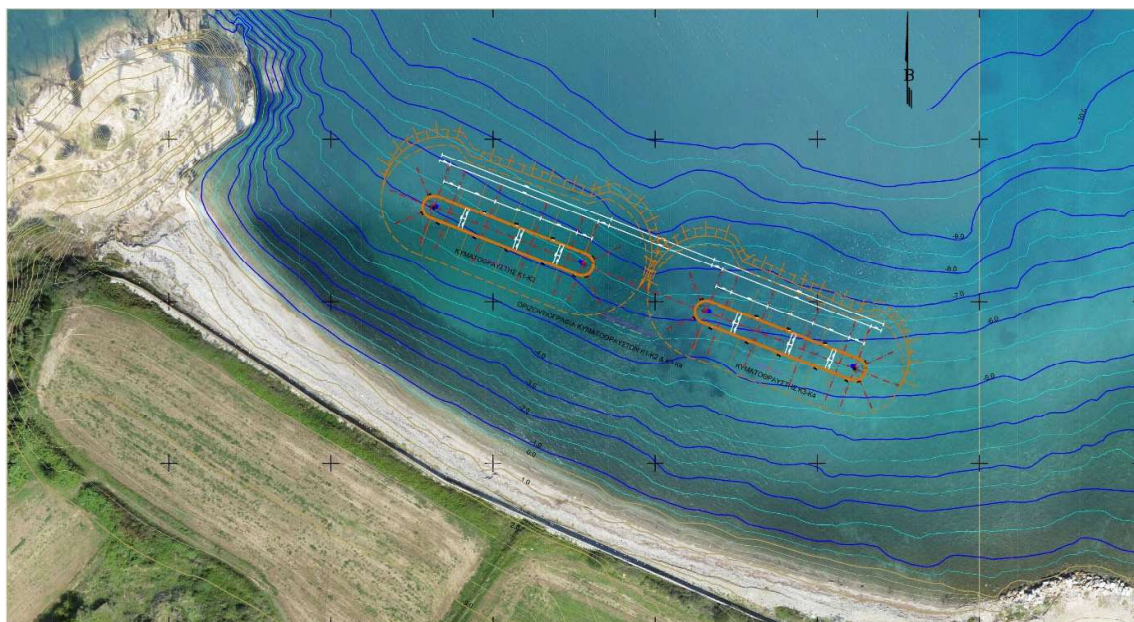
ΕΡΓΑ	ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ
Κυματοθράυστης Κ1-Κ2	60m	11m	30m
Κυματοθράυστης Κ3-Κ4	60m	11m	



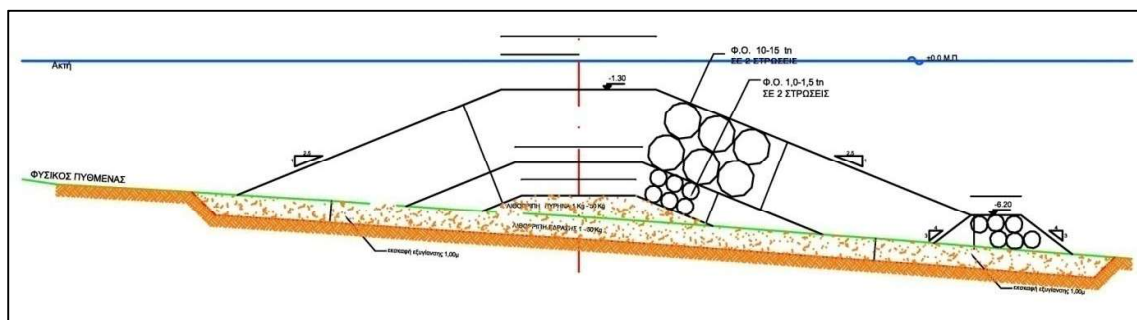
Από την υλοποίηση του έργου αναμένονται μόνο θετικές επιπτώσεις στο άμεσο θαλάσσιο περιβάλλον του Όρμου Βατοπαιδίου, ουδέτερες δε στο ευρύτερο θαλάσσιο πεδίο και αυτό επειδή τα τρία επιμέρους έργα χωροθετούνται εντός του όρμου και σε μικρή απόσταση από την ακτογραμμή με συνέπεια η κυματική ενέργεια να μειώνεται για τους κυματισμούς που κατευθύνονται προς τη δυτική ακτή.



**Εικόνα 2.3:** Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου με τα προτεινόμενα λιμενικά έργα.



**Εικόνα 2.4:** Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου με τα προτεινόμενα λιμενικά έργα όπως φαίνεται σε ορθοφωτοχάρτη έτους 2015 της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου.



**Εικόνα 2.5:** Τομή του έργου των παράλληλων κυματοθραυστών, εντός του όρμου Βατοπαιδίου, όπου φαίνεται ότι οι κυματοθραύστες βρίσκονται βυθισμένοι 0,5m κάτω από την Μέση Στάθμη Θάλασσας.

Η μελέτη και ο σχεδιασμός του κυματοθραύστη έγινε σύμφωνα με το Coastal Engineering Manual (CEM) του USACE (2002). Η διερεύνηση των παράκτιων διεργασιών και της επίδρασης του παράλληλου κυματοθραύστη υλοποιήθηκε μέσω της πραγματοποίησης αριθμητικών προσομοιώσεων της διάδοσης κυμάτων, του πεδίου κυματογενών ρευμάτων, της μεταφοράς ιζήματος και της μεταβολής της μορφολογίας του πυθμένα στην εν λόγω παράκτια ζώνη με χρήση του λογισμικού MIKE 21 της DHI (2014). Δεδομένα εισόδου του λογισμικού αποτελούν η μορφολογία και η κοκκομετρία του πυθμένα της παράκτιας ζώνης και το ύψος και η περίοδος των χαρακτηριστικών κυμάτων ανοικτής θάλασσας. Τα δεδομένα βαθυμετρίας και κοκκομετρίας της παράκτιας ζώνης και τα δεδομένα διάταξης των λιμενικών έργων μας παρασχέθηκαν από την Ιερά Μέγιστη Μονή Βατοπαιδίου. Ο καθορισμός του χαρακτηριστικού ύψους και της χαρακτηριστικής περιόδου των κυμάτων στα βαθιά ύδατα υπολογίστηκε με χρήση της μεθόδου JONSWAP σύμφωνα με το CEM (USACE 2002) και ανεμολογικών δεδομένων της ΕΜΥ.

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ	ΚΛΙΜΑΚΑ
T 1	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ	1	1:1000
O 1	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ Μελέτης Οδοποιίας	1	1:500
OP 1	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ K1-K2 & K3-K4	1	1:100
MHK 1	ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ K1-K2 & K3-K4	1	1:100
ΔΙΑΤ 1-1' έως ΔΙΑΤ 12-12'	ΔΙΑΤΟΜΕΣ	12	1:100
ΔΙΑΤ K2-K2'-K2'' ΔΙΑΤ K3-K3'-K3''	ΔΙΑΤΟΜΗ K2-K2' & K2-K2'' ΔΙΑΤΟΜΗ K3-K3' & K3-K3''	2	1:100



## **2.1 Εναλλακτικές θέσεις ανάπτυξης του έργου**

Η επιλογή των εναλλακτικών θέσεων ανάπτυξης του έργου προστασίας δεν εξετάζεται επειδή θεωρείται ανέφικτη η αλλαγή χωροθέτησης του έργου, για δύο κυρίως λόγους:

- το μικρό μέγεθος της ακτής, όπου τυγχάνει εφαρμογή το λιμενικό έργο και
- της σκοπιμότητας του έργου, δηλαδή της προστασία και της αποκατάσταση της ακτής, του λιμανιού και των υφιστάμενων χερσαίων έργων και υποδομών.

Τα έργα προστασίας ακτής, όπως προαναφέρθηκε, περιλαμβάνουν συνδυασμό τριών επιμέρους έργων: α) τους κυματοθραύστες που χωροθετούνται στο θαλάσσιο χώρο.

### **2.1.1 Εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης του έργου**

Η επιλογή των εξεταζόμενων εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού βασίστηκε σε τεχνικά και λειτουργικά κυρίως κριτήρια:

- προστασία της ακτής από τους κυματισμούς των βόρειων και ανατολικών διευθύνσεων,
- προστασία του λιμένα από τα φερτά υλικά του χειμάρρου "Πλατανάρα", που εναποθέτονται στον πυθμένα του όρμου Βατοπαιδίου,
- θωράκιση των έργων παραλίας και αποκατάσταση της ακτής.

Οι επιλεγόμενες εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να είναι ρεαλιστικές. Έχοντας ως δεδομένο την ανάγκη να εκτελεστούν τα τεχνικά έργα στις θέσεις που έχουν προαναφερθεί, αυτά δρουν συνεργαστικά και προστατεύουν απόλυτα τη δυτική ακτή του όρμου Βατοπαιδίου από την κυματική δράση.

**Οι εναλλακτικές λύσεις** των λιμενικών έργων, προστασίας της ακτής από τη διάβρωση περιλαμβάνουν:

- i. Κάθετους προβόλους
- ii. χαμηλού ύψους κυματοθραύστες
- iii. απευθείας θωράκιση της ακτής
- iv. έναν ενιαίο έξαλο κυματοθραύστη και
- v. τεχνητή αναπλήρωση.

Η κύρια λύση προβλέπει ότι η προστασία της ακτής θα γίνει κυρίως με την κατασκευή συστήματος από δύο βυθιζόμενους κυματοθραύστες σε απόσταση από την ακτή και επικουρικά με χαμηλό τοίχο αντιστήριξης παράλληλα και πάνω στην ακτή.

Στον Πίνακα 2.1 παρατίθενται επιγραμματικά οι εναλλακτικές λύσεις που τελικά εξετάστηκαν. Περιλαμβάνεται η μηδενική λύση, αλλά και οι εναλλακτικές δυνατότητες διευθέτησης του ρέματος που εξετάστηκαν.

**Πίνακας 2.1:** Εναλλακτικές λύσεις

Εναλλακτική Λύση	Περιγραφή	Παρατηρήσεις
A0	Μη κατασκευή έργου	Μηδενική λύση
A1	Κατασκευή σύστηματος από δύο βυθιζόμενους κυματοθραύστες σε απόσταση από την ακτή	Κύρια λύση
A2	Κάθετους προβόλους	Εναλλακτική λύση
A3	Ύφαλους κυματοθραύστες	Εναλλακτική λύση
A4	Απευθείας θωράκιση της ακτής	Εναλλακτική λύση
A5	Έναν ενιαίο έξαλο κυματοθραύστη	Εναλλακτική λύση
A6	Τεχνητή αναπλήρωση	Εναλλακτική λύση

#### Κύρια λύση A1 - Προστασία από τη Διάβρωση της Δυτικής Ακτής

Η A1 λύση αφορά στη κατασκευή λιμενικών έργων τόσο στο θαλάσσιο χώρο (κυματοθραύστες) με λιθορριπές και φυσικούς ογκόλιθους.

Περιοχές, όπως αυτή στην οποία θα υλοποιηθεί το εξεταζόμενο έργο, έχουν όλα τα προβλήματα διάβρωσης και απώλειας χερσαίων τμημάτων με χαρακτηριστικά όπως η ομαλή τοπογραφική κλίση και δυνητικά καλλιεργήσιμο έδαφος, τα οποία μπορεί να είναι περισσότερο αξιοποιήσιμα από τα ευρύτερα τμήματα, που παρουσιάζουν έντονο ανάγλυφο, βραχώδες γεωλογικό υπόβαθρο και δυσκολία στην εκμετάλλευσή τους. Κατά συνέπεια έργα σαν το εξεταζόμενο λειτουργούν ως μοχλοί σταθερότητας της παράκτιας ζώνης και κατ' επέκταση της ανάντη περιοχής, η οποία αποτελεί σημαντική αγροτική περιοχή που συμβάλλει σημαντικά στην ποιότητα ζωής των μόνιμων κατοίκων αλλά και των επισκεπτών της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου. Με την υλοποίηση του έργου, ενδεχομένως να ενισχυθεί ακόμη και η μείωση της πιθανότητας μελλοντικής υφαλμύρινσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, τουλάχιστον λόγω της σταθεροποίησης του θαλάσσιου μετώπου, χωρίς να συνυπολογιστεί η μείωση του γλυκού νερού από τη μείωση των κατακρημνισμάτων και την υπεράντληση.

Το προτεινόμενο έργο οδηγεί σε μείωση της κυματικής ενέργειας στη σκιά των έργων, με συνεπακόλουθα αφενός την εξασθένιση της διαβρωτικής δράσης των κυματισμών που ως τώρα προσβάλλουν απευθείας την ακτή και αφετέρου την δημιουργία υπήνεμων συνθηκών, κατάλληλων για την απόθεση των ιζημάτων στην προστατευόμενη περιοχή, ήτοι αντιστροφή της διεργασίας διάβρωσης σε προστασία, συντήρηση αλλά και ανάπλαση της ακτής.

Οι βυθιζόμενοι κυματοθραύστες στο θαλάσσιο χώρο με προσανατολισμό παράλληλα προς την ακτή και αποσπασμένοι από αυτήν (δηλαδή χωρίς σημείο επαφής με αυτήν), είναι το πλέον σύνηθες μέτρο προστασίας μιας ακτής από διάβρωση.

Εξαιτίας της παρουσίας τους, η κυματική δράση μειώνεται σημαντικά πίσω από αυτούς και έτσι προστατεύεται η ακτή από τη διαβρωτική δράση τους.

Ταυτόχρονα, οι νέες κυματογενείς διεργασίες που συνεπάγονται (λόγω του φαινομένου της περιθλάσης) οδηγούν στη μεταφορά και παγίδευση της άμμου ανάμεσα στους κυματοθραύστες και στην ακτή, με αποτέλεσμα την ελεγχόμενη προσάμμωση, δηλαδή τη δημιουργία προεξοχής ή tombolo.

Η στέψη τους βρίσκεται σε στάθμη -0,50m από Μ.Σ.Θ., επιτρέποντας τον κυματισμό να τους υπερπηδά και να διαδίδεται κατάντη.

Λόγω της παρουσίας τους, ένα μέρος της κυματικής ενέργειας ανακλάται προς τα ανοιχτά, ένα μέρος αποσβένεται και ένα μέρος της μεταδίδεται προς την ακτή.

Η απόσβεση της κυματικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσω της θραύσης πάνω στην κατασκευή ή/και μέσω των τυρβωδών ροών στην επιφάνεια (τριβή) και της ροής στο πορώδες.

Ο συντελεστής ανάκλασης είναι της τάξης του 20%, ενώ ο συντελεστής μετάδοσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την απώλεια ενέργειας.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή έργου προστασίας της ακτής με βυθιζόμενους κυματοθραύστες είναι θετικές επειδή η ποιότητα του νερού δεν επηρεάζεται σημαντικά, εφόσον η κυκλοφορία του νερού πάνω από αυτούς βοηθά στην ανανέωση των νερών της λεκάνης που δημιουργείται, ενώ ταυτόχρονα δεν επιφέρουν οπτική όχληση. Επιπλέον η θραύση των κυματισμών αυξάνει την οξυγόνωση των υδάτων.

Βασικό μειονέκτημα είναι η δημιουργία των ρευμάτων επαναφοράς στα ανοίγματα, που μπορεί να απομακρύνουν τον λουόμενο από την ακτή προς τα ανοιχτά. Επίσης η παρουσία τους μπορεί να μη γίνει αντιληπτή και να δημιουργήσει προβλήματα στη ναυσιπλοΐα.

Εναλλακτική λύση A2: Η κατασκευή κάθετου προβόλου επί της ακτής, εμποδίζει τη διάβρωση της ακτής δεχόμενος την επίδραση των κυματισμών και τη σταθεροποιεί. Έτσι η παράκτια ζώνη θωρακίζεται και προστατεύονται και άλλα τεχνικά έργα, όπως π.χ. οδοποιίας, κατοικίες κλπ. Επίσης προστατεύουν την παράκτια ζώνη από τις πλημμύρες λόγω της μετεωρολογικής παλίρροιας (storm surges). Συνήθως κατασκευάζονται με περιορισμένο πλάτος παραλίας ή ακόμη και χωρίς παραλία, ώστε να μπορούν να δέχονται στο μέτωπό τους απ' ευθείας την δράση των κυματισμών όταν επικρατούν ισχυροί άνεμοι και κυρίως θυελλώδεις καταστάσεις (Silvester & Hsu, 1997). Επιπλέον η κατασκευή ενός περιορισμένου μήκους κατασκευών οδηγεί σε διαβρώσεις και προσχώσεις κατάντη (Silvester & Hsu, 1997, σελ. 282).

- η νέα μορφολογία του πυθμένα και νέα ακτογραμμή, με προσανατολισμό προς την κατεύθυνση πρόσπτωσης των κυματισμών.

Από άποψη περιβαλλοντικών επιπτώσεων η συγκεκριμένη εναλλακτική λύση και η παρουσία έξαλων προβόλων αλλοιώνει οπτικά το παράκτιο τοπίο, επιφέροντας οπτική όχληση.

Εναλλακτική λύση A3: Η κατασκευή Ύφαλων κυματοθραυστών, είναι πολύ λιγότερο αποτελεσματική λόγω υπερπήδησης του κυματισμού αλλά και επικίνδυνη για την παράκτια ναυσιπλοΐα προς το γειτονικό καταφύγιο. Συνήθως χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των

ενδιατημάτων (φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζει και αναπαράγεται ένα είδος) και συνεπώς τον εμπλουτισμό της θαλάσσιας πανίδας.

Σε σύγκριση με τους βυθιζόμενους κυματοθραύστες, είναι προκατασκευασμένοι και ανατάξιμοι.

Το κύριο μειονέκτημα τους είναι ο συντελεστής διάδοσης των κυματισμών που είναι μεγαλύτερος και, συνεπώς, είναι λιγότερο αποτελεσματικοί.

Εναλλακτική λύση A4: Η κατασκευή απευθείας έργων στην ακτή, δεν ενδείκνυται διότι τα παράκτια τεχνικά έργα διαταράσσουν την προϋπάρχουσα δυναμική φυσική ισορροπία, καθώς θα καταλάβουν το σύνολο της επιφάνειας της ακτής καλύπτοντας χερσαία ζώνη πλάτος 10-15m.

Αποτελούν ογκώδεις κατασκευές θωράκισης των ακτών η κατασκευή των οποίων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του εύρους της παραλίας, Στην ουσία εξαφανίζουν την ακτή και φυσικά δεν πρέπει να εφαρμόζονται σε περιοχές με ιδιαίτερα πολιτισμικά και οικολογικά στοιχεία. Επίσης είναι γνωστό ότι η κατασκευή των έργων στην ακτή οδηγεί κατά κανόνα στη διάβρωση των ακτών, καθώς και σε μείωση του εύρους της ακτής, με συνέπεια τη μείωση της ζώνης θραύσης και αναρρίχησης. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια να προσπίπτει σημαντική κυματική ενέργεια σε ένα τοίχο, ένα μέρος της οποίας ανακλάται από αυτόν, παρασέρνοντας προς τα ανοιχτά το ίζημα που βρίσκεται στη βάση του.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι κάθε έργο που κατασκευάζεται στην παράκτια ζώνη αποτελεί εμπόδιο στη φυσική εκτόνωση των παράκτιων μηχανισμών επί της ακτής και μεταβάλλει την παράκτια κίνηση των ιζημάτων (άμμος και χαλίκια). Διαταράσσεται η ισόρροπη κατανομή των ιζημάτων, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται αλλού έντονες προσχώσεις και αλλού έντονες διαβρώσεις.

Εναλλακτική λύση A5: Η κατασκευή ενός έξαλου κυματοθραύστη, δεν ενδείκνυται λόγω του μεγάλου ενιαίου μήκους του και λόγω του ότι η ακτή έχει μεγάλο ανάπτυγμα.

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή έξαλου κυματοθραύστη εστιάζονται:

- στην οπτική όχληση και στην
- παρεμπόδιση της ελεύθερης κυκλοφορίας των νερών.

Εναλλακτική λύση A6: Η τεχνητή αναπλήρωση, δεν ενδείκνυται λόγω του μεγάλου κόστους επειδή απαιτεί, παράλληλα έργα διατήρησης της και έχει αμφίβολα αποτελέσματα σε περιοχή με έντονη κυματική δράση. Απαραίτητα στοιχεία πριν την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η χρονοσειρά δεδομένων σχετικών με τη σύνθεση της παραλίας και του πυθμένα, με το ανεμολογικό και κυματικό κλίμα, αλλά και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις που αφορούν την ευρύτερη περιοχή.

Για την εφαρμογή της τεχνικής της αναπλήρωσης της ακτής, θα πρέπει να υπάρχει διαθεσιμότητα δάνειου υλικού της απαιτούμενης ποιότητας, σε επαρκή ποσότητα και οικονομικά συμφέρουσα απόσταση. Κρίσιμες παράμετροι στο σχεδιασμό μιας αναπλήρωσης

είναι: η γνώση των παράκτιων μηχανισμών και του επιτόπιου ιζήματος, η επιλογή του κατάλληλου δάνειου υλικού, η εκτίμηση του χρόνου ζωής της αναπλήρωσης και η επιλογή και οι επιπτώσεις από την κατασκευή τυχόν απαιτούμενων έργων υποστήριξης.

**Η μη πραγματοποίηση του έργου** δεν μπορεί να επιλεγεί επειδή το φαινόμενο της διάβρωσης είναι σε εξέλιξη και σύντομα η θεμελίωση του τοίχου θα παραμείνει εκτεθειμένος στην διαβρωτική επίδραση των κυματισμών ενέχοντας κίνδυνο καταστροφής του.

Μάλιστα, η τάση εξέλιξης του περιβάλλοντος εγκυμονεί πρόσθετες πιέσεις για την υπό μελέτη ακτογραμμή, και με αυτή την προοπτική κρίνεται ακόμα πιο απαραίτητο να διασφαλιστούν τα φυσικά στοιχεία και τα έργα υποδομής που χωροθετούνται στην ακτογραμμή. Επειδή το φυσικό ανάγλυφο του εδάφους, πίσω από λιθόκτιστο τοίχο, είναι ομαλό με κλίση από 0,0% έως 5,0%, η διάβρωση θα εξελιχτεί σε βάθος 50m, δηλαδή μέχρι την ισοϋψή των 5m που συμπίπτει με το ύψος των 5,11 που είναι ακραίο χαρακτηριστικό ύψος κύματος  $H_{s100}$ .

**Με βάση τα ανωτέρω η κατασκευή του προτεινόμενου έργου (κύρια λύση) κρίνεται απολύτως αναγκαία και σκόπιμη καθώς αντιμετωπίζει το πρόβλημα διάβρωσης της ακτής στο σύνολο του, προλαμβάνει μελλοντικά ζητήματα προσχώσεως της εισόδου του λιμένα της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου από την απόθεση φερτών υλικών στον πυθμένα της θάλασσας, θωρακίζει την ακτής και αποκαθιστά ζημίες σε έργα υποδομής που χωροθετούνται στο παραλιακό μέτωπο.**

### **3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

#### **3.1. Περιγραφή Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος - Ιστορικά στοιχεία**

Η παρούσα μελέτη συντάσσεται για το λιμενικό έργο με τίτλο: «**Προστασία από τη διάβρωση της δυτικής ακτής Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου**» και με αντικείμενο την εκτέλεση αναγκαίων τεχνικών έργων στην παραλία, τον αιγιαλό και το συνεχόμενο θαλάσσιο χώρο έτσι ώστε να επιχωματωθεί η ακτή και να φτάσει στην αρχική της θέση, να αποκατασταθούν οι ζημιές από τη διάβρωση της ακτής και να προστατευτούν τα υφιστάμενα έργα υποδομής καθώς και οι παρακείμενοι αγροί.

Οι στόχοι που θα πρέπει να πληροί το Προτεινόμενο Έργο είναι:

- Η μείωση της προσπίπτουσας κυματικής ενέργειας στο παραλιακό μέτωπο.
- Η μείωση της διάβρωσης της παραλίας.
- Η διατήρηση του τοπίου της περιοχής χωρίς να φαίνονται σημαντικές επεμβάσεις.
- Η διατήρηση της θαλάσσιας οικολογίας.
- Η αποφυγή μη αναστρέψιμων επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Η Άμεση Περιοχή Μελέτης είναι το δυτικό παραλιακό μέτωπο της Μονής Βατοπαιδίου, όπως περικλείεται μεταξύ της εκβολής του ρέματος «Πλατανάρα» και μικρού βραχώδους σχηματισμού στην θέση «Σταυρός».

Πέριξ του μοναστηριού, αναπτύσσονται χαμηλά κτίρια, επαγγελματικοί χώροι και αμιγείς γεωργικές εκτάσεις με ποικίλες γεωργικές καλλιέργειες, οπωροφόρα δένδρα, λαχανόκηποι, αμπελώνες, ελαιώνες κ.λπ., τα προϊόντα των οποίων προορίζονται για τις διατροφικές ανάγκες των μοναχών και των προσκυνητών.

Βιομηχανική – βιοτεχνική δραστηριότητα είναι μικρή στην περιοχή μελέτης και αφορά επαγγελματικά εργαστήρια επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων, όπως είναι το ελαιοτριβείο, το οινοποιείο, τα αρωματικά φυτά και το ξυλουργείο που είναι εγκατεστημένα στον περιβάλλοντα χώρο της Μονής.

Επίσης σε μικρή κλίμακα υπάρχουν και λειτουργούν παραδοσιακές επαγγελματικές δραστηριότητες όπως είναι η αγιογραφία, η λιβανοποιεία, η κηροπλαστεία κ.λπ.

Επομένως μπορεί να ειπωθεί ότι στην ευρύτερη περιοχή του έργου υπάρχουν ήπιας μορφής δραστηριότητες, κυρίως του πρωτογενή τομέα (δασικού και αγροτικού τομέα), που στοχεύουν:

1. στην αειφορική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων και την αξιοποίηση του δασικού πλούτου με παραγωγή χρήσιμης ξυλεία και καυσοξύλων, και
2. στην συστηματική καλλιέργεια των αγρών, με οικολογικές μεθόδους που δύναται να παράγουν βιολογικά προϊόντα (ελιά, σταφύλι, σίτο, μέλι κ.λπ.).

Η αδελφότητα της Ιεράς Μονής Βατοπαιδίου αποτελείται από 140 μοναχούς εκ των οποίων οι 50 μονάζουν εκτός της Μονής, σε Σκήτες, Κελλιά και Μετόχια εντός και εκτός του Αγίου

Όρους. Ο καθημερινός βίος του μοναχού είναι ουσιαστικά οργανωμένος σε τρεις ενότητες εντός του εικοσιτετράωρου (προσευχή και λατρεία, εργασία και ανάπαυση). Τα εργασιακά καθήκοντα των μοναχών «διακονήματα», που αναθέτονται από τον ηγούμενο για τον κάθε μοναχό ξεχωριστά, διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα χειρονακτικά όπου ασκούν οι νεότεροι μοναχοί και τα διοικητικά τα οποία ασκούν τα αρχαιότερα μέλη της αδελφότητας. Ο υπεύθυνος του δάσους ονομάζεται «Κουρτζής» στα καθήκοντα του οποίου είναι η εφαρμογή των κανόνων της αιφορικής διαχείρισης του δάσους και η εκτέλεση των ετήσιων υλοτομικών εργασιών με σκοπό την παραγωγή δασικών προϊόντων.

Με βάση το καταστατικό του Αγίου Όρους όλες οι Ιερές Μονές είναι αυτοδιοικούμενες, τη διοίκηση των οποίων ασκούν μέσω θεσμοθετημένων οργάνων (Ιερά Σύναξη, επιτροπή) μοναχοί του εκάστοτε μοναστηριού. Σε όλα τα όργανα προϊστάται ο ηγούμενος του μοναστηριού, η θητεία του οποίου είναι ισόβια και η εκλογή του γίνεται από την ολομέλεια της αδελφότητας. Η οργάνωση και η δομή της Μονής είναι σύμφωνη με τις αρχές και τους κανόνες οργάνωσης της μοναστηριακής αδελφότητας.

### **3.1.1. Οικονομικά Στοιχεία**

Οι κυριότερες οικονομικές δραστηριότητες στην περιοχή του Αγίου Όρους είναι οι κατασκευές, η παροχή υπηρεσιών, η γεωργία και δασοκομία. Η δραστηριότητα με την οποία ασχολείται ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός στην πλειοψηφία του με ποσοστό 55% είναι οι κατασκευές. Πρόκειται για ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό και ανειδίκευτους εργάτες που εργάζονται σε διάφορες εργασίες συντήρησης-αποκατάστασης και διαμένουν στην περιοχή, καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Ένα ποσοστό της τάξης του 13% δραστηριοποιείται στην παροχή υπηρεσιών, αφού καθημερινά προκύπτουν ανάγκες εξυπηρέτησης πλήθους μοναχών, προσκυνητών και εργαζομένων. Το 12% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού ασχολείται με τον κλάδο της γεωργίας και την δασοκομία, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό της τάξης του 7% απασχολείται στην δημόσια διοίκηση.

Στις Καρυές, που είναι η πρωτεύουσα του Αγίου Όρους, εδρεύουν οι δημόσιες υπηρεσίες της αστυνομίας, του τελωνείου, του ΟΤΕ, της Διοίκησης – πολιτικής και εφορείας δασών και του Λιμεναρχείου. Το 4% απασχολείται στον κλάδο των μεταποιητικών βιομηχανιών και κυρίως στην παραγωγή κρασιού και λαδιού. Το 2% εργάζεται σε ξενοδοχεία και εστιατόρια, που δημιουργήθηκαν από την ανάγκη για την εξυπηρέτηση των προσκυνητών, που ανέρχονται σε 200 άτομα περίπου ημερησίως. Ακόμα άτομα εργάζονται σε ποικίλες εργασίες συναφείς με την λειτουργία των Μονών, τη διαχείριση της μοναστηριακής περιουσίας, την εκπαίδευση και την υγεία.

Στην Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου μια από τις σημαντικότερες δραστηριότητα των μοναχών είναι η γεωργία, η οποία όμως δεν είναι εντατική μορφής και αποσκοπεί μόνο στην κάλυψη των διατροφικών τους αναγκών. Η κύρια καλλιέργεια είναι αυτή της ελιάς, για την παραγωγή ελαιολάδου και του αμπελιού για την παραγωγή κρασιού.

Η παρουσία της μελισσοκομικής δραστηριότητας είναι έντονη. Τα προϊόντα καλύπτουν τις ανάγκες των μοναχών τόσο για διατροφή (μέλι) όσο και για θρησκευτικές ανάγκες από την παραγωγή κεριού. Σε κάποιες περιόδους, επιτρέπεται η εισαγωγή κυψελών εκτός Αγίου Όρους (κυρίως κατά την περίοδο ανθοφορίας της καστανιάς).

Η δασική εκμετάλλευση αποτελεί μια σημαντική δραστηριότητα του πρωτογενή τομέα προσφέροντας έσοδα στην Μονή. Τα δασικά προϊόντα χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών της Μονής (θέρμανσης, αναστύλωσης) και εμπορεύονται, καλύπτοντας τις οικονομικές ανάγκες της.

### **3.1.2. Συστήματα υποδομής**

#### **Οδικό δίκτυο**

Η οδική πρόσβαση στην περιοχή του έργου με το υπόλοιπο οδικό δίκτυο της χερσονήσου του Αγίου Όρους, γίνεται μέσω της κεντρικής τοπικής οδού "Βατοπαιδί - Καρυές" αφητηρία της οποίας είναι το νότιο σημείο της περιμετρικής οδού που αναπτύσσεται στον πολεοδομικό ιστό της Μονής Βατοπαιδίου. Η πρόσβαση στην δυτική ακτή του όρμου Βατοπαιδίου γίνεται:

- α) μέσω του οδικού δικτύου της χερσονήσου του Άθω που συνδέει την Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου και ειδικότερα της παραλιακής οδού που διασχίζει τον ανατολικό τομέα του όρμου και
- β) μέσω του λιμένα της Μονής.

Στην ευρύτερη περιοχή της Μονής υπάρχει αναπτυγμένο δίκτυο τοπικών οδών που συνδέει τα διάφορα εξαρτήματα, τους αγρούς και τα επαγγελματικά εργαστήρια με το Μοναστήρι.

Η θέση των δύο (2) κυματοθραυστών βρίσκεται εντός του θαλάσσιου όρμου Βατοπαιδίου σε απόσταση 50m βόρεια-βορειοανατολικά της δυτικής ακτής της Ιεράς Μεγίστης Μονής Βατοπαιδίου και σε ευθεία απόσταση 570m βορειοδυτικά του μοναστηριακού συγκροτήματος.

#### **Λιμάνια - αεροδρόμια**

Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν λιμενικές υποδομές που εξυπηρετούν τις ανάγκες των μοναστηριών, όπως για κάθε Ιερά Μονή και είναι γνωστές με την ονομασία «Ταρσανάς». Πρόκειται για μικρά αγκυροβόλια και προβλήτες όπου χρησιμεύουν για τον ελλιμενισμό μικρών σκαφών. Στην Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου ο Ταρσανάς βρίσκεται βόρεια και σε απόσταση 100μ. από την Μονή.

Ο κεντρικός λιμένας της Δάφνης συνδέεται απ' ευθείας με το λιμένα της Ουρανούπολης και εξυπηρετεί με καθημερινά δρομολόγια, την εμπορική και επιβατική κίνηση του Αγίου Όρους.

Το πλησιέστερο αεροδρόμιο είναι το διεθνές αεροδρόμιο «Μακεδονία» στην περιοχή "Μίκρας" του Δήμου Θέρμης της Π.Ε. Θεσσαλονίκης, με μεγάλο μήκος διαδρόμων και σημαντικές εγκαταστάσεις, το οποίο εξυπηρετεί πτήσεις εσωτερικού, εξωτερικού καθώς και πτήσεις τσάρτερ κυρίως του θερινού μήνα.



### **3.1.3. Επικοινωνίες – ενέργεια**

Οι υποδομές σε ηλεκτρισμό, επικοινωνίες - τηλεπικοινωνίες, ύδρευση και αποχέτευση καλύπτουν σχεδόν το σύνολο των οικημάτων. Ειδικότερα, στο Άγιο Όρος, η κάθε Ιερά Μονή έχει το δικό της ενεργειακό σύστημα ηλεκτρισμού και δίκτυο ύδρευσης. Η ύδρευση των Μονών γίνεται με την αξιοποίηση των αρτεσιανών υδάτων που αναβλύζουν ελεύθερα από τις πηγές.

Οι ενεργειακές ανάγκες της Μονής καλύπτονται από τις ηλεκτρογεννήτριες οι οποίες λειτουργούν σε καθημερινή βάση.

### **3.2. Ατμοσφαιρικό περιβάλλον**

Στην περιοχή του έργου, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, που επιδρούν στο περιβάλλον είναι: α) η δασοκομία η οποία εκφράζεται μέσω της εφαρμογής της αειφορικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων όπως δάση καστανιάς, δρυός και αείφυλλων πλατύφυλλων και παραγωγής δασικών προϊόντων, κυρίως ξυλείας καυσόξυλων και χρήσιμη οικοδομική ξυλεία και β) η γεωργία με τη γεωργική εκμετάλλευση των ελαιώνων και των αμπελώνων που καλλιεργούν οι Ιερές Μονές.

Οι πηγές αέριας ρύπανσης που υπάρχουν στην περιοχή δε δημιουργούν προβλήματα στην ποιότητα της ατμόσφαιρας της ευρείας περιοχής του έργου. Ίσως η πιο σημαντική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης να είναι η κίνηση των οχημάτων, χωρίς και αυτή να δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα στο περιβάλλον, λόγω του περιορισμένου μεγέθους του στόλου των τροχοφόρων που ανήκουν στην Ιερά Μεγ. Μονή Βατοπαιδίου και των όμορων Μονών που κυκλοφορούν στο οδικό δίκτυο της περιοχής.

Συνεπώς, η δυναμική του συστήματος της περιοχής μελέτης είναι άριστη και τα λιμενικά έργα εκτιμάται ότι δεν θα επιφέρουν ουσιαστικές μεταβολές στην υφιστάμενη κατάσταση.

### **3.3. Κατάσταση ηχορύπανσης**

Η εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης θορύβου στην περιοχή των έργων γίνεται με βάση στοιχεία σχετικά με το χαρακτήρα ανάπτυξής τους, τις κυριότερες πηγές θορύβου, τις χρήσεις γης και το είδος των δραστηριοτήτων.

Βάσει αυτών μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Στην περιοχή απαντάται κύρια η δασοκομική και η γεωργική δραστηριότητα με κύριες πηγές εκπομπής θορύβου τις μηχανές των αλυσοπρίονων που χρησιμοποιούνται για την κοπή δέντρων, τους κινητήρες των οχημάτων μεταφοράς των δασικών προϊόντων, των δασεργατών, τους κινητήρες των γεωργικών ελκυστήρων που χρησιμοποιούνται για την κατεργασία του εδάφους, τις κλαδεύσεις και τους ψεκασμούς των δένδρων και τη συλλογή των γεωργικών προϊόντων. Οι εκπομπές αυτές είναι μικρής κλίμακας και χρονικά περιορίζονται σε λίγους μήνες κατά τη διάρκεια της υλοτομικής περιόδου και όχι καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

- Η κυκλοφορία των διερχόμενων οχημάτων, εξυπηρετεί κυρίως τις μετακινήσεις των πατέρων της Ιεράς Μονής προς το Κέντρο Διοίκησης των Καρυών και το λιμένα της Δάφνης, τις μετακινήσεις των προσκυνητών προς τις Καρυές και τις Ιερές Μονές του Αγίου Όρους, αλλά και τη διέλευση φορτηγών οχημάτων που μεταφέρουν αδρανή υλικά και ξυλεία και των πυροσβεστικών οχημάτων που εποπτεύουν την περιοχή του Αγίου Όρους.
- Στην περιοχή απαντάται και η αλιευτική δραστηριότητα η οποία είναι σημαντική για τις ανάγκες της Μονής σε φρέσκα ψάρια και άλλα αλιεύματα. Η χρήση του Λιμένα γίνεται για τον ελλημενισμό των σκαφών της Μονής, όπως και για την σύνδεση της ακτοπλοϊκής γραμμής Ιερισσός – Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου – Ι.Μ.Μ. Λαύρας.

### **3.4. Γεωλογικά χαρακτηριστικά**

Η χερσόνησος του Άθω, στην οποία βρίσκεται το μοναστήρι της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου, διαφέρει από τις δύο άλλες όχι μόνο γεωγραφικά αλλά επίσης γεωλογικά μορφολογικά, κλιματικά και ιστορικά. Όλα αυτά αντικατοπτρίζονται κατά ένα σαφή τρόπο στη βλάστηση της περιοχής. Γεωλογικά, ενώ στη χερσόνησο της Κασσάνδρας κυριαρχούν σχηματισμοί της τριτογενούς περιόδου (ιζηματογενείς σχηματισμοί, μάργες), στη χερσόνησο της Σιθωνίας κυριαρχούν επίσης τριτογενείς σχηματισμοί και γνεύσιοι, στην χερσόνησο του Άθω συναντάμε την προέκταση του γεωλογικού σχηματισμού της Ροδόπης και επικράτηση των μεταμορφωσιγενών κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων (γνεύσιοι, πρασινόλιθοι, σχιστόλιθοι, ασβεστόλιθοι και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι – μάρμαρα). Μορφολογικά διακρίνεται επίσης η χερσόνησος του Άθω από τις απόκρημνες κλίσεις κατά μήκος των ακτών, την ισχυρή πτύχωση δηλαδή το ισχυρό ανάγλυφο και την παρουσία του Όρους Άθω, το οποίο ανυψώνεται απότομα, ως πυραμίδα, ξεπερνώντας τα 2.000 μέτρα ύψους. Το ισχυρό αυτό ανάγλυφο σε συνδυασμό με τις απόκρημνες ακτές και τα θαλάσσια ρεύματα του Ν. άκρου της, τα οποία ανάγκασαν τον Ξέρξη στη διάνοιξη της ομώνυμης διώρυγας, αποτέλεσαν πιθανώς την αιτία της αραιής αποίκησης κατά την αρχαιότητα αλλά επίσης και το κίνητρο για την ίδρυση της ομώνυμης μοναχικής πολιτείας. Η γεωγραφική αυτή απομόνωση της περιοχής συνέβαλε σημαντικά στη διατήρηση της αρχέγονης ποικιλότητας της χλωρίδας και της πανίδας.

Σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (Φύλλο Αγίου Όρους 1:50.000) (βλ. Σχήμα 3.1), στο γεωλογικό υπόθεμα της περιοχής του Μοναστηριού όπου χωροθετείται το έργο με τίτλο «Προστασία από τη διάβρωση της δυτικής ακτής Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου» εντοπίζονται οι εξής Γεωλογικοί σχηματισμοί:

#### **Αλουβιακές αποθέσεις:**

Οι αλουβιακές αποθέσεις έχουν στο γεωλογικό παρελθόν παρασυρθεί από τρεχούμενο νερό (π.χ. χειμάρρους) και έχουν αποτεθεί στους πυθμένες θαλασσών ή λιμνών. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική από εδαφογενετικής πλευράς διότι οι αποθέσεις αυτές καταλήγουν σε διαφορετικού τύπου εδάφη.

Τρία είδη αλλουβιακών αποθέσεων αποτελούν συνήθη μητρικά υλικά για εδαφογένεση: κώνοι αποθέσεως που σχηματίζουν αλλουβιακά ριπίδια (alluvial fans), πλημμυρικές ζώνες (floodplains) και δέλτα ποταμών (deltas).

**Αλλουβιακά ριπίδια.** Καθώς το νερό ενός χειμάρρου κυλάει στην πλαγιά ενός βουνού, αυξάνει η ταχύτητά του και παρασύρει σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών. Όταν ο χειμάρρος φθάσει σε πεδιάδα, η ταχύτητα του νερού μειώνεται ξαφνικά, με αποτέλεσμα να αποθεθούν ως ιζήματα τα μεταφερόμενα φερτά υλικά. Οι κώνοι αποθέσεως που δημιουργούνται κατ' αυτόν τον τρόπο αποκαλούνται αλλουβιακά ριπίδια ("ριπίδιο" σημαίνει βεντάλια).

Τα εδάφη που προέρχονται από αλλουβιακές αποθέσεις δεν είναι εξελιγμένα (δεν παρουσιάζουν δηλαδή οριζοντες), κατά κανόνα δε χαρακτηρίζονται από καλή αποστράγγιση. Η σύσταση αυτών των εδαφών εξαρτάται από τα ορυκτά και πετρώματα που ευρίσκονται στις ανάντη πλαγιές από τις οποίες ο χειμάρρος παρασύρει φερτά υλικά.

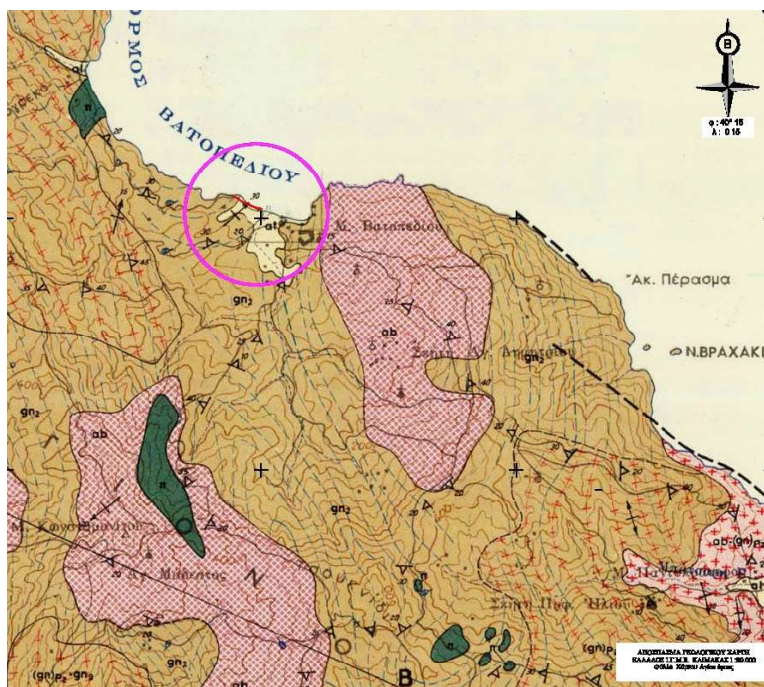
**Πλημμυρικές ζώνες.** Ενώ τα αλλουβιακά ριπίδια απαντώνται σε πλαγιές βουνών και λόφων, σε πεδιάδες που διασχίζονται από ποταμούς απαντώνται πλημμυρικές ζώνες. Με την δημιουργία μαιάνδρων από την κοίτη ενός ποταμού, δημιουργείται με την πάροδο του χρόνου η ευρεία επίπεδη ζώνη που αποκαλείται πλημμυρική ζώνη του ποταμού, η οποία καλύπτεται από αποκαλούμενα παρόχθια έλη, και γεμίζει με νερό σε περιπτώσεις πλημμύρας. Καθώς τα πλημμυρικά νερά του ποταμού βγαίνουν από την κοίτη του, η ταχύτητά τους μειώνεται με αποτέλεσμα την απόθεση των φερτών υλικών που μεταφέρουν. Με την πάροδο του χρόνου και μετά από πολλές διαδοχικές πλημμύρες, η πλημμυρική ζώνη που περιβάλλει την κοίτη του ποταμού καλύπτεται από φερτά υλικά.

Τα εδάφη που δημιουργούνται σε πλημμυρικές ζώνες είναι σχετικά βαλτώδη, ενώ η σύστασή τους εξαρτάται από τη σύσταση των φερτών υλικών. Επειδή αυτά προέρχονται από διάβρωση του οριζοντα Α1 των ανάντη εδαφών, είναι πιθανό να περιέχουν υψηλό ποσοστό οργανικών υλικών και ιλύος γι' αυτό είναι αρκετά γόνιμα. Σε περίπτωση που τα φερτά υλικά προέρχονται από αγροτικές εκτάσεις, τα εδάφη πλημμυρικών ζωνών μπορεί να είναι πλούσια σε θρεπτικές ουσίες.

**Ποτάμια δέλτα.** Όταν ένας ποταμός εκβάλλει σε ένα μεγάλο σώμα επιφανειακού νερού (π.χ. λίμνη, κόλπο ή ανοιχτή θάλασσα) και η ενέργεια των κυμάτων δεν είναι αρκετή για να κρατήσει τα φερτά υλικά σε αιώρηση, δημιουργείται ένα δέλτα (που συνήθως έχει την μορφή ριπίδιου). Τα δέλτα είναι συνήθως βαλτώδη, διασχίζονται από μικρές παραφυάδες του ποταμού και υπόκεινται σε συχνές πλημμύρες. Η βαθμιαία μετάβαση από το γλυκό σε αλμυρό νερό που παρατηρείται σε περιοχές δέλτα, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που συντελεί στην δημιουργία οικοσυστημάτων μοναδικής βιοποικιλότητας και υψηλής παραγωγικότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι τέτοιες ζώνες βαθμιαίας μεταβολής φυσικών παραμέτρων που παρατηρούνται στα όρια διαφορετικών οικοσυστημάτων, αποκαλούνται οικότονοι (ecotone). Επειδή το μεγαλύτερο μέρος των χονδρόκοκκων φερτών υλικών που μεταφέρονται από τους ποταμούς έχουν ήδη αποθεθεί ανάντη, τα δέλτα συνήθως καλύπτονται από άμμο, ιλύ και

άργιλο. Δεδομένου ότι οι αλλουβιακές αποθέσεις είναι σχετικά πρόσφατες, τα εδάφη που προκύπτουν από αυτές είναι σχετικά νέα, οι δε θρεπτικές ουσίες δεν έχουν ακόμα εκπλυθεί από αυτά.

**Παράκτιες ζώνες.** Τα φερτά υλικά που δεν αποτίθενται στις αλλουβιακές περιοχές που εξετάστηκαν παραπάνω, φθάνουν στην θάλασσα. Με την είσοδο τους στο θαλασσινό νερό, αποτίθενται στον πυθμένα, τα μεν χονδρόκοκκα υλικά κοντά στην παραλία, τα δε λεπτόκοκκα υλικά όπως οι άργιλοι, σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτή. Σε αντίθεση με τις χερσαίες αλλουβιακές αποθέσεις, οι παραθαλάσσιες αποθέσεις είναι σχετικά παλαιές και τα παράκτια εδάφη που δημιουργούνται από αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλή έκπλυση θρεπτικών ουσιών, ο δε χαλαζίας αποτελεί την πλέον συνήθη συνιστώσα τους. Γεωμορφολογικά, η παράκτια ζώνη χαρακτηρίζεται από εναλλαγή αλλουβιακών αποθέσεων νεαρής ηλικίας με παλαιότερες θαλάσσιες αποθέσεις, με αποτέλεσμα την γένεση σύνθετων εδαφών.



**Σχήμα 3.1:** Γεωλογικός χάρτης περιοχής έργων στην Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου.

### 3.5 Σεισμολογικά στοιχεία

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των κτηρίων αλλά και των άλλων τεχνικών έργων με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίζουν επαρκώς το σεισμικό κίνδυνο παρέχοντας ασφάλεια στους χρήστες, αποτελεί τον πλέον σημαντικό και κρίσιμο παράγοντα αντισεισμικής προστασίας.

Για το σκοπό αυτό η Πολιτεία έχει θεσπίσει ένα κανονιστικό πλαίσιο υποχρεωτικής εφαρμογής, με βάση το οποίο σχεδιάζονται και κατασκευάζονται τα κτήρια και τα άλλα έργα υποδομής.

Σε αυτό το κανονιστικό πλαίσιο πρωταρχικό ρόλο έχει ο Αντισεισμικός Κανονισμός, ο οποίος περιλαμβάνει τους κανόνες αντισεισμικού σχεδιασμού των δομημάτων που ικανοποιούν τρεις θεμελιώδεις απαιτήσεις: την αποφυγή της κατάρρευσης, τον περιορισμό των βλαβών και τη διασφάλιση της λειτουργίας του δομήματος μετά το σεισμό.

Βασική παράμετρο του Αντισεισμικού Κανονισμού αποτελούν οι σεισμικές δράσεις σχεδιασμού, δηλαδή η ένταση των σεισμικών δονήσεων με βάση την οποία σχεδιάζονται οι κατασκευές σε κάθε περιοχή. Οι σεισμικές δράσεις σχεδιασμού των κατασκευών εξαρτώνται από τη σεισμική επικινδυνότητα κάθε περιοχής και οι τιμές τους καθορίζονται στο **Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας**, ο οποίος για αυτό το λόγο αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του Αντισεισμικού Κανονισμού.

Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας, σχεδιάστηκε την περίοδο 1986-1989, στα πλαίσια σχετικού προγράμματος που είχε αναθέσει ο Ο.Α.Σ.Π. σε σεισμολογικούς φορείς της χώρας (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Ι.Τ.Σ.Α.Κ., Παν. Αθήνας, Παν. Θεσ/νίκης), και άρχισε να εφαρμόζεται μαζί με τον νέο αντισεισμικό κανονισμό (NEAK) το 1995.

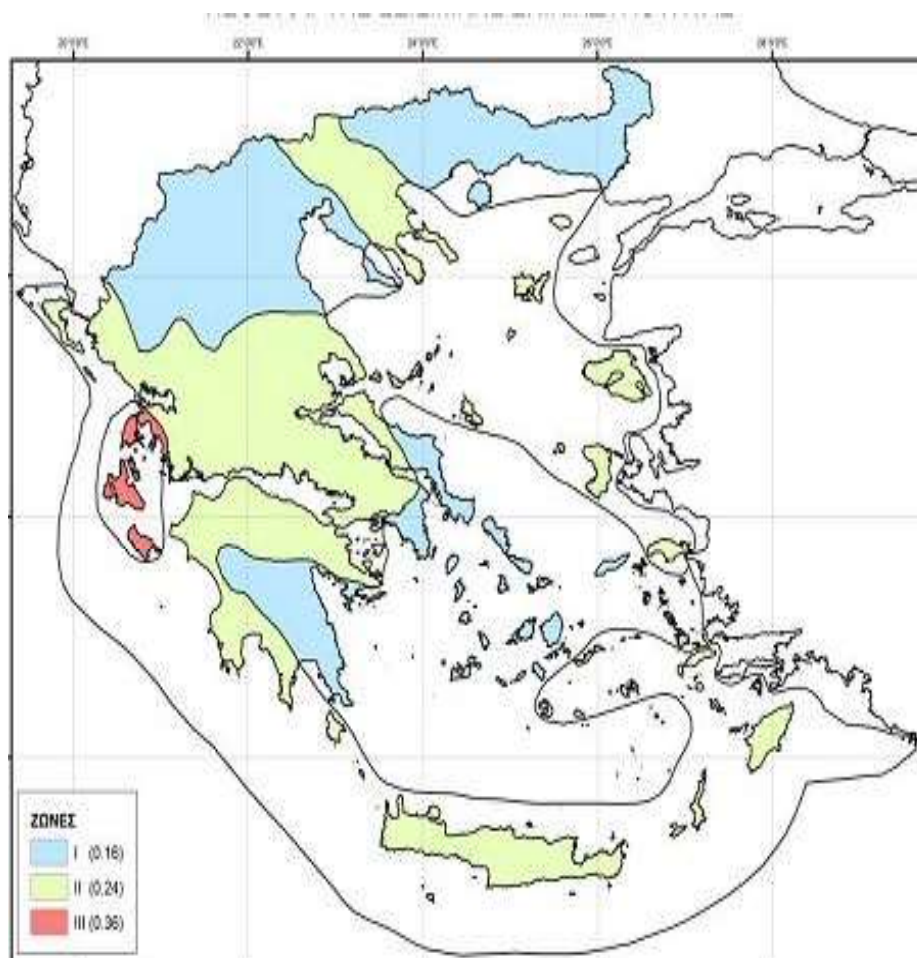
Σύμφωνα με τον ισχύοντα έως πρόσφατα χάρτη, ο Ελληνικός χώρος κατανέμεται σε 4 ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας (I, II, III, IV), με αντίστοιχες τιμές ενεργού εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού 0,12g για την πρώτη ζώνη, 0,16g για τη δεύτερη ζώνη, 0,24g για την τρίτη ζώνη και 0,36g για την τέταρτη ζώνη (όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας). Ο χάρτης συνοδεύεται από πίνακα 136 πόλεων και οικισμών και της ζώνης σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία ο καθένας από τους οικισμούς αυτούς ανήκει.

Κατά τη 15ετία 1986-2001 καταστροφικοί σεισμοί έπληξαν τον Ελληνικό χώρο, (Κοζάνη-Γρεβενά 1995, Αίγιο 1995, Κόνιτσα 1996, Αθήνα 1999, Σκύρος 2001 και άλλοι) οπότε άλλαξαν σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα στα οποία βασίστηκε ο σχεδιασμός του ισχύοντος μέχρι προσφάτως χάρτη.

Με στόχο αφενός να αξιοποιηθεί η επιστημονική γνώση που έχει προκύψει την τελευταία δεκαετία και να ενσωματωθεί στον αντισεισμικό κανονισμό και αφετέρου να κωδικοποιηθούν οι επιστημονικές εξελίξεις στη μελέτη των σεισμικών φαινομένων στην Ελλάδα, ο Ο.Α.Σ.Π. ανέθεσε στους πέντε σεισμολογικούς φορείς της χώρας (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Ι.Τ.Σ.Α.Κ., Παν. Αθήνας, Παν. Θεσ/νίκης, Παν. Πάτρας) το πρόγραμμα «Συλλογή και επεξεργασία σεισμολογικών δεδομένων για τη σύνταξη του Νέου Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Χώρας». Το πρόγραμμα παρακολούθησε και συντόνιζε 10 μελής επιστημονική ομάδα, η οποία και καθόρισε και τις προδιαγραφές για την εκπόνηση του Νέου Χάρτη. Τα αποτελέσματά του κατατέθηκαν στον Ο.Α.Σ.Π. τον Μάρτιο του 2002.

Κατά το χρονικό διάστημα 2002 - 2003 αναθεωρήθηκε από Επιστημονικές Επιτροπές του ΟΑΣΠ ο Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας που συνοδεύει τον Αντισεισμικό κανονισμό της χώρας, με σημαντικές τροποποιήσεις και βελτιώσεις σε σχέση με τον προηγούμενο (κατάργηση της ζώνης χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας, κατανομή του ελλαδικού χώρου σε 3 ζώνες αντί 4, ενιαία τιμή σεισμικής επιτάχυνσης g σε κάθε Καποδιστριακό δήμο). Ο νέος Χάρτης τέθηκε σε εφαρμογή από 1-1-2004.

Η περιοχή μελέτης και εν γένει το σύνολο της ευρύτερης περιοχής, εντάσσεται από πλευράς σεισμικότητας στη Ζώνη ΙΙ σεισμικής επικινδυνότητας (μέση σεισμική επικινδυνότητα). Σύμφωνα με τον ισχύοντα Αντισεισμικό Κανονισμό του 2004, ο συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης για την εν λόγω Ζώνη είναι  $a = 0,24$  (βλέπε το παρακάτω Σχήμα 3.2).



**Σχήμα 3.2:** Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος.

ΠΗΓΗ: Ο.Α.Σ.Π. 2004

### 3.6. Υδρολογία – Υδρογεωλογία

Σύμφωνα με την υπ' αριθ. Ε.Γ. οικ. 106/31-01-2014 (ΦΕΚ 182, Τεύχος Β) Έγκριση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας:

Επιφανειακά Ύδατα σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ (Άρθρο 2 παρ. 1) ορίζονται ως: «τα εσωτερικά ύδατα, εκτός των υπόγειων υδάτων, τα μεταβατικά και τα παράκτια ύδατα».

Σύστημα Επιφανειακών Υδάτων ορίζεται ως (Άρθρο 2 παρ. 1 Οδηγίας): «διακεκριμένο και σημαντικό στοιχείο επιφανειακών υδάτων, όπως π.χ. μια λίμνη, ένας ταμιευτήρας, ένα ρεύμα, ένας ποταμός ή μια διώρυγα, ένα τμήμα ρεύματος, ποταμού ή διώρυγας, μεταβατικά ύδατα ή ένα τμήμα παράκτιων υδάτων».

Τα Συστήματα Επιφανειακών Υδάτων, σύμφωνα με το Άρθρο 2, παρ. 4, 5, 6 και 7 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Ποτάμια: «σύστημα εσωτερικών υδάτων το οποίο ρέει, κατά το πλείστον, στην επιφάνεια του εδάφους αλλά το οποίο μπορεί, για ένα μέρος της διαδρομής του, να ρέει και υπογείως.»
2. Λίμνες: «σύστημα στάσιμων εσωτερικών επιφανειακών υδάτων».
3. Μεταβατικά ύδατα: «συστήματα επιφανειακών υδάτων πλησίον του στομίου ποταμών, τα οποία είναι εν μέρει αλμυρά λόγω της γεινιάσής τους με παράκτια ύδατα αλλά τα οποία επηρεάζονται ουσιαστικά από ρεύματα γλυκού νερού».
4. Παράκτια ύδατα: «τα επιφανειακά ύδατα που βρίσκονται στην πλευρά της ξηράς μιας γραμμής, κάθε σημείο της οποίας βρίσκεται σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου προς τη θάλασσα από το πλησιέστερο σημείο της γραμμής βάσης από την οποία μετράται το εύρος των χωρικών υδάτων και τα οποία, κατά περίπτωση, εκτείνονται μέχρι του απώτερου ορίου των μεταβατικών υδάτων».

Η ΛΑΠ Άθω είναι η μικρότερη σε έκταση ΛΑΠ του ΥΔ10 και αποτελεί το βορειοανατολικό τμήμα της ομώνυμης χερσονήσου, της ανατολικότερης από τις τρεις χερσονήσους της Π.Ε. Χαλκιδικής. Βρέχεται ΒΑ από τον κόλπο Ορφανού (Στρυμωνικό). Το έδαφος της χερσονήσου του Άθω είναι ορεινό και δυσπρόσιτο. Το σχήμα της χερσονήσου είναι στενό και επίμηκες, με απόκρημνες ακτές, χωρίς φυσικά λιμάνια. Έτσι, από τη συνολική έκταση της ΛΑΠ το 37% έχει υψόμετρο κάτω από 100m, 24% έχει υψόμετρο 100÷200m, 16% έχει υψόμετρο 200÷300m και το υπόλοιπο 23% έχει μεγαλύτερο υψόμετρο, ενώ το μέσο υψόμετρο της ΛΑΠ είναι 220 m, περίπου. Η συνολική προσφορά νερού στη ΛΑΠ ανέρχεται σε  $58 \times 10^6 \text{m}^3$ .

Τα παράκτια ΥΣ (Υδατικά Συστήματα) της ΛΑΠ Άθω, τα οποία όλα εντάσσονται στον ίδιο τύπο (C1), εμφανίζονται στον ακόλουθο Πίνακα:

Όνομασία ΥΣ	Κωδικός ΥΣ	Έκταση (Κm <sup>2</sup> )
Κόλπος Ιερισσού	GR1043C0002N	180.97
Ακτές Άθω	GR1043C0003N	159.97

Στην περιοχή της ΛΑΠ Άθω διακρίθηκαν δύο (2) δευτερεύουσα υπόγεια ΥΣ, όπως αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα:

α/α	Κωδικός	Όνομασία	Συσχετιζόμενα επιφανειακά συστήματα	Εμβαδόν ΥΥΣ (Κm <sup>2</sup> )
<b>ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ – ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b>				
1	GR1000110	Ιερισσού (κοκκώδες)	-	2.73
2	GR1000170	Αγ. Όρους (ρωγματικό)	-	366.41

Το Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας αποτελεί τμήμα της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και η συνολική του έκταση είναι 10.390km<sup>2</sup>. Η Π.Ε. Θεσσαλονίκης μαζί με τις

Π.Ε. Κιλκίς και Χαλκιδικής καθώς και μικρό τμήμα των Π.Ε. Πέλλας και Ημαθίας αποτελούν το 10<sup>ο</sup> υδατικό διαμέρισμα της χώρας (Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας - Σχήμα 3.3 και 3.4) σύμφωνα με την κατανομή της Διεύθυνσης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας.

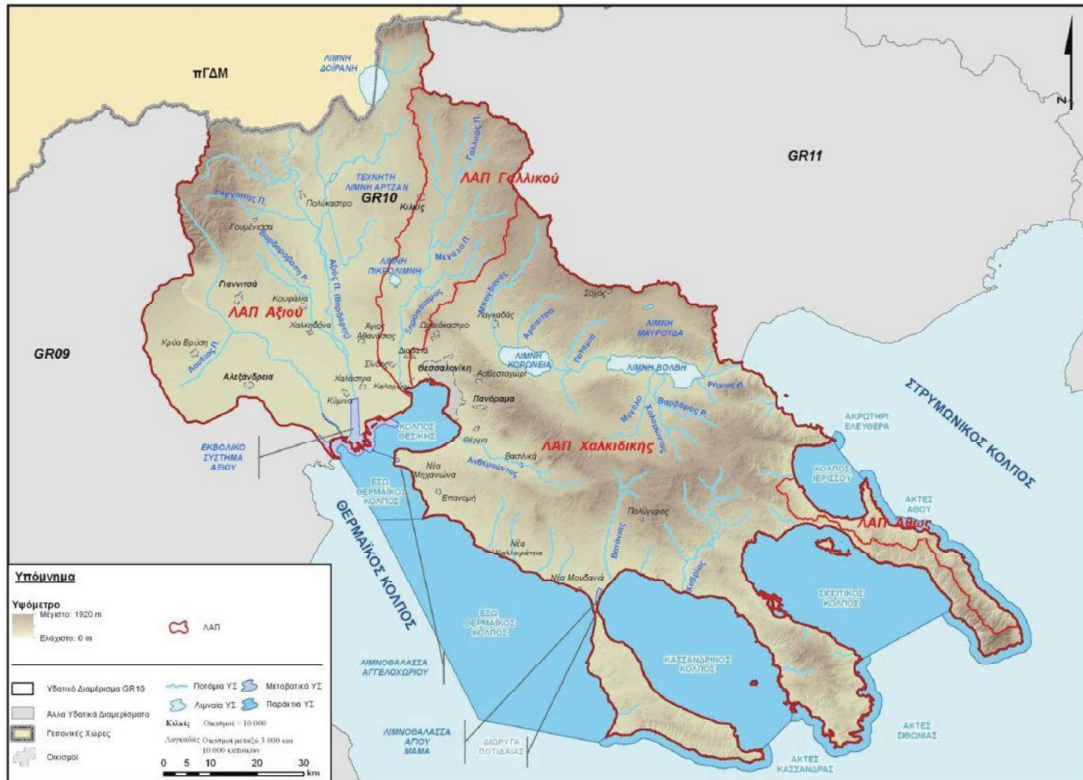
Το 10<sup>ο</sup> υδατικό διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας περιλαμβάνει τις λεκάνες απορροής των Λιμνών Θεσσαλονίκης, Λεκάνη Αξιού, Λεκάνη Λουδία, Λεκάνη Γαλλικού, Λεκάνη Χαβρία, Λεκάνη Ανθεμούντα, τη Λεκάνη Ολύθνου και λεκάνες απορροής μικρότερων χειμαρρωδών σχηματισμών με περιοδική παροχή.

Σύμφωνα με το Χάρτη Διαχειριστικών Λεκανών Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, η θέση του έργου χωροθετείται στη λεκάνη «Άθως» της χερσονήσου του Άθω.



**Σχήμα 3.3:** Υδατικό διαμέρισμα 10 Κεντρικής Μακεδονίας.





**Σχήμα 3.4:** Επιφανειακά ύδατα - Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (Πηγή: Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, ΦΕΚ 182/Β/31.01.2014).

Η ιδιαίτερη γεωμορφολογική διαμόρφωση της χερσονήσου του Άθωνα που χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση υψομέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας (0μ.) μέχρι το υπερθαλάσσιο ύψος των 2.033μ. (κορυφή Άθωνα) σε μια επιμήκη λωρίδα γης έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού υδατορεμάτων με σχετικά μικρά μήκη κεντρικών κοιτών και ισχυρές κλίσεις τα οποία αποστραγγίζουν τις πλαγιές που εκτείνονται εκατέρωθεν των κορυφογραμμών των λόφων που αποτελούν την συνέχεια του Άθωνα κατά μήκος της χερσονήσου. Τα υδατορέματα αυτά εμφανίζουν κυρίως εποχιακή απορροή κατά τη διάρκεια των βροχοπτώσεων, ενώ ορισμένα που τροφοδοτούνται από πηγαία νερά εμφανίζουν συνεχή ροή κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Το πλησιέστερο υδατόρεμα βρίσκεται στην θέση κατασκευής του βραχίονα και είναι ο κεντρικός χειμάρρος «Πλατανάρα» στον οποίο παροχετεύονται τα περισσότερα νερά του νότιου τμήματος του μοναστηριακού δασοκτήματος που εκβάλουν στη θάλασσα του κόλπου Βατοπαιδίου. Υπάρχει και το χειμάρρικό ρέμα «Αθωνιάδα» το οποίο βρίσκεται ανατολικά σε ευθεία απόσταση 640m από τα προβλεπόμενα έργα.

### 3.7. Μετεωρολογικά στοιχεία – Κλίμα – Βιοκλίμα

Το κλίμα μιας περιοχής παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του μωσαϊκού της βλάστησης, σε συνδυασμό με τις γεωλογικές – εδαφολογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες.

Με τον όρο «κλιματικές συνθήκες» ενός τόπου γίνεται αναφορά στις μέσες καιρικές καταστάσεις του τόπου αυτού. Αυτές εκτιμώνται συνήθως βάσει των μέσων τιμών των διαφόρων μετεωρολογικών παραμέτρων, των οποίων οι μετρήσεις γίνονται με όργανα φυσικής που λειτουργούν στα πλαίσια εγκατάστασης και λειτουργίας Μετεωρολογικών Σταθμών. Στην κύρια περιοχή της χερσονήσου του Άθω λειτουργεί ένας (1) Μετεωρολογικός Σταθμός σε χώρο της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου από το 2008.

Η εκτίμηση του μικροκλίματος της περιοχής μελέτης θα γίνει με βάση τα κλιματικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου.

- Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου ( $\Phi=40^{\circ} 18$ ,  $\lambda= 24^{\circ} 12$ ,  $h = 25m$ ) (Περίοδο παρατηρήσεων 2008 - 2017)

Πηγή των δεδομένων αυτών είναι το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης.

Οι αποκλίσεις των εκτιμήσεων από την πραγματικότητα περιορίζονται σημαντικά λόγω:

- της μικρής οριζόντιας απόστασης των επιλεγμένων σταθμών από την χερσόνησο του Άθω,
- των πολλών ομοιοτήτων που παρουσιάζουν τα υψόμετρα και το ανάγλυφο των περιοχών αυτών με τις αντίστοιχες συνθήκες επιμέρους περιοχών της χερσονήσου του Άθω.

Αν και τα κλιματικά στοιχεία περιόδου μικρότερης των 30 ετών δεν είναι επαρκή για μια πλήρη κλιματολογική ανάλυση, τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν σε μικρότερη χρονική περίοδο επιτρέπουν μια ικανοποιητική εκτίμηση του κλιματικού χαρακτήρα της περιοχής.

**Πίνακας 3.1:** Μέσες τιμές θερμοκρασίας αέρα ανά εποχή (Μ.Σ. Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου).

ΖΩΝΕΣ	ΕΠΟΧΕΣ			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
<b>Ζώνη Α (Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου)</b>	8,7	14,8	24,8	17,5

Η θερμοκρασία ακολουθεί την πορεία που παρουσιάζει γενικά το μεσογειακό κλίμα, με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες να καταγράφονται τους χειμερινούς μήνες, με ελάχιστη τιμή μέσης θερμοκρασίας τον Ιανουάριο, ενώ η μέγιστη τιμή καταγράφεται τον μήνα Ιούλιο.

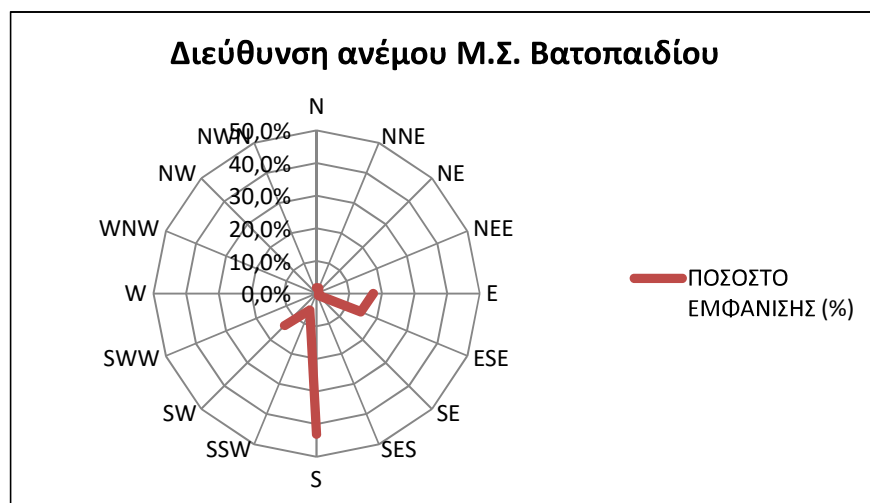
#### Ανεμολογικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου για την περίοδο 2008-2017 (βλ. Σχήμα 3.5 και 3.6), στην περιοχή μελέτης επικρατούν οι νότιοι άνεμοι με αθροιστική ετήσια συχνότητα εμφάνισης 43,1% περίπου και ακολουθούν με μικρότερο

ποσοστό εμφάνισης οι ανατολικοί και ανατολικοί-νοτιοανατολικοί με ποσοστό εμφάνισης 17,4% και 14,7% αντίστοιχα. Άνεμοι νοτιοδυτικής και βορειοανατολικής διεύθυνσης πνέουν σπανιότερα. Το ποσοστό νηνεμίας είναι περίπου 34,5%. Σημειώνεται ότι έχουν καταγραφεί άνεμοι έντασης έως 9 Bf ανατολικής διεύθυνσης (Φεβρουάριος 2012) και άνεμοι έντασης έως 8 Bf κυρίως νότιας διεύθυνσης.



**Σχήμα 3.5:** Ταχύτητα ανέμου Μ.Σ. Βατοπαιδίου Αγίου Όρους για την περίοδο 2008-2017.

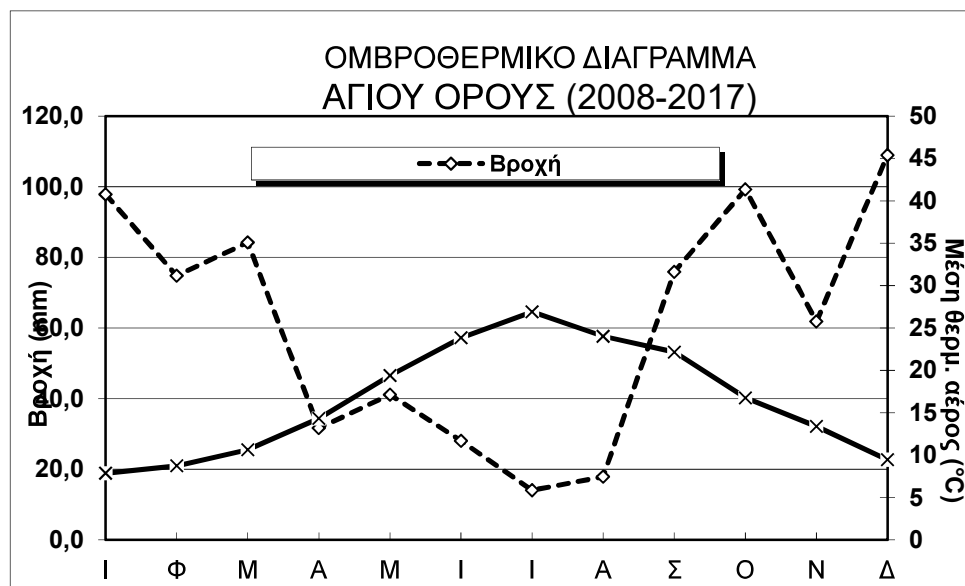


**Σχήμα 3.6:** Διεύθυνση ανέμου Μ.Σ. Βατοπαιδίου Αγίου Όρους για την περίοδο 2008-2017.

Στο ομβροθερμικό διάγραμμα του Μ.Σ. Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου Αγίου Όρους (βλ. Σχήμα 3.7) παρατηρείται μέσης διάρκειας ξηροθερμική περίοδος κατά την άνοιξη και καλοκαίρι. Πιο συγκεκριμένα, η καμπύλη της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και η καμπύλη της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας τέμνονται τους μήνες Απρίλιο και μέσα Αύγουστο, όπου και παρουσιάζονται οι ελάχιστες τιμές της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης. Η μέγιστη τιμή μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης καταγράφεται τον μήνα Δεκέμβριο.

Η θερμοκρασία ακολουθεί και σε αυτή την περίπτωση το μεσογειακό πρότυπο, με τις μέγιστες τιμές να καταγράφονται τους θερινούς μήνες (μέγιστη τιμή τον Ιούλιο), ενώ η ελάχιστη τιμή μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας καταγράφεται τον μήνα Ιανουάριο.

Παρακάτω στο Σχήμα 3.7 παρουσιάζεται το Ομβροθερμικό Διάγραμμα του Μ.Σ. Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου Αγίου Όρους που αφορά μετεωρολογικές μετρήσεις για την χρονική περίοδο 2008-2017, ενώ στο Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα βασικά κλιματικά χαρακτηριστικά του Μετεωρολογικού Σταθμού Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου Αγίου Όρους για την περίοδο 2008-2017.



**Σχήμα 3.7:** Ομβροθερμικό Διάγραμμα Μ.Σ. Βατοπαιδίου.

**Πίνακας 3.2:** Κλιματικά χαρακτηριστικά Μ.Σ. Βατοπαιδίου Αγίου Όρους για την περίοδο 2008-2017.

ΥΨΟΜΕΤΡΟ	25m
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	40° 18'
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	24° 12'
ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	670.30mm
ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ	17.15 °C
ΘΕΡΜΟΤΕΡΟΣ ΜΗΝΑΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ
ΨΥΧΡΟΤΕΡΟΣ ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ
ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	6,3km/h
ΜΕΣΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	S-SSW-E
ΕΤΗΣΙΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΙΚΟ ΕΥΡΟΣ	19.1 °C
Q2 EMBERGER	77.5
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	ΥΦΥΓΡΟΣ ΜΕ ΔΡΙΜΕΙΣ ΧΕΙΜΩΝΕΣ

### 3.8. Έδαφος – Μορφολογία – Ανάγλυφο

Η Χερσόνησος του Άθωνα, διαφέρει από τις δύο άλλες όχι μόνο γεωγραφικά, αλλά επίσης γεωλογικά, μορφολογικά, κλιματικά και ιστορικά. Όλα αυτά αντικατοπτρίζονται κατά ένα σαφή τρόπο στη βλάστηση της περιοχής.

Η περιοχή ανήκει στην ζώνη του κρυσταλλοπαγούς συγκροτήματος της Ροδόπης, το οποίο διαχωρίζει το γεωλογικό κατασκεύασμα της Ελλάδας από εκείνο των Βαλκανίων. Περιλαμβάνει κυρίως μεταμορφωσιγενείς σχηματισμούς και ιδιαίτερα γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, γνευσιακούς πρασινόλιθους, αλλά και γρανίτες. Τα πετρώματα αυτά είναι πλούσια σε κάλιο αλλά φτωχά σε ασβέστιο. Η αποσάθρωση τους οδηγεί στη δημιουργία μέσης συστάσεως, ελαφρών εδαφών, με πολύ καλές φυσικές ιδιότητες.

Το έργο «Προστασία από τη διάβρωση της δυτικής ακτής Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου» έχει αντικείμενο την εκτέλεση αναγκαίων τεχνικών έργων στην παραλία, τον αιγιαλό και το συνεχόμενο θαλάσσιο χώρο έτσι ώστε να επιχωματωθεί η ακτή και να φτάσει στην αρχική της θέση, να αποκατασταθούν οι ζημιές από τη διάβρωση της ακτής και να προστατευτούν τα υφιστάμενα έργα υποδομής καθώς και οι παρακείμενοι αγροί.

Οι ακτές του Άθωνα είναι κυρίως βραχώδεις και απόκρημνες, με μικρούς όρμους πλάτους λίγων μέτρων, κροκαλοπαγείς πολλές φορές δυσπρόσιτοι, με στενές αμμώδεις παραλίες. Σε ολόκληρη την ακτογραμμή δημιουργούνται μορφές βλάστησης πολύ καλά διαμορφωμένες είτε στις αμμώδεις ακτές, είτε στις βραχώδεις πλαγιές. Οι αμμώδεις ακτές βρίσκονται εντός των όρμων και οι υπόλοιπες αποτελούνται από σκληρούς βράχους που βυθίζονται κατευθείαν στη θάλασσα. Στις ανατολικές ακτές η ακτογραμμή ξεκινά από τον Όρμο Πλατύ (βόρεια από το ακρωτήριο Αράπης) που αποτελεί τμήμα του Κόλπου της Ιερισσού. Ο επόμενος Όρμος είναι του Εσφιγμένου (Αγίου Συμεών) και στη συνέχεια μετά τα βραχώδη ακρωτήρια Αγίου Νικολάου και Θυμωνιά σχηματίζεται η μεγαλύτερη κόλπωση της χερσονήσου ο Όρμος του Βατοπεδίου. Από την περιοχή αυτή έως το νοτιότερο ακρωτήριο Ακράθω υπάρχουν μόνο μικροί απομονωμένοι αμμώδεις όρμοι ή τεχνητά προσορμητήρια κυρίως στα σημεία που βρίσκονται οι μονές και μικρά βραχώδη ακρωτήρια (Βατοπέδι, Χαλκιάς, Σταυρονικήτα κ.λπ.). Από το Ακρωτήριο Πίνες ή Νυμφαίο στο ΝΔ μέχρι και τον Όρμο της Δάφνης υπάρχουν μόνο απόκρημνες ακτές. Βορειότερα υπάρχουν τα ακρωτήρια Ρούσικο, Γιοβανίτσα, Θηβαΐδα και Προσφόρι, ενώ μεταξύ των βράχων δημιουργούνται μικρές και στενές αμμώδεις παραλίες.

Η στενότητα της αμμώδους ακτογραμμής έχει ως αποτέλεσμα να μην αναπτύσσονται οι ειδικές αμμόφιλες και αλόφιλες φυτοκοινωνίες που εμφανίζονται σε άλλες παράκτιες μεσογειακές περιοχές, παρά μόνο αναπτύσσονται ασθενώς και αραιά μόνο μερικά ψαμμόφιλα είδη τα οποία είναι προαιρετικά αλόφυτα. Αυτό κατά τον Turril οφείλεται στις ασθενέστερες παλίρροιες του Αιγαίου Πελάγους, σε σχέση με τις παλίρροιες της υπόλοιπης Μεσογειακής Λεκάνης, άρα και από την μη ύπαρξη αλατούχων εδαφών ή αλμυρών ελών (Γκανιάτσας, 1963). Όμως ο Γκανιάτσας (1963) παρατηρεί ότι η άποψη αυτή δεν ευσταθεί διότι σε πολλές άλλες παρόμοιες περιοχές που περιβρέχονται από το Αιγαίο Πέλαγος, αναπτύσσονται φυτοκοινωνίες από χαρακτηριστικά αλόφιλα είδη των γενών *Salicornia* και *Suaeda*, των

οποίων η εμφάνιση αναφέρεται περιορισμένη στις ακτές ολόκληρης της Χαλκιδικής (Λαυρεντιάδης 1961, Παυλίδης 1976). Η άποψη που διαμορφώθηκε κατά τη διάρκεια άλλων ερευνών στην ίδια ή σε γειτονικές περιοχές (Καρτέρης κ. άλ. 1991, Κωνσταντινίδης 1999) είναι ότι οι μικρού πλάτους αμμώδεις ακτές που περικλείονται από απότομους βράχους δεν αφήνουν τον απαραίτητο χώρο ανάπτυξης των αλόφιλων ειδών. Επίσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι ακτές καλύπτονται από μεγάλα κύματα τα οποία συνεχώς μεταβάλλουν το μικροανάγλυφο της παραλίας, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο διαθέσιμος χρόνος για την εγκατάσταση κάθε φυτικού είδους. Αυτό εξηγεί και την εξαιρετικά φτωχή σε είδη αμμόφιλη βλάστηση, που είναι ολοφάνερα πρόχειρα διαμορφωμένη, χωρίς λογική οργάνωση, που σε αρκετές περιοχές αποτελείται ακόμη και από ελάχιστα μεμονωμένα είδη, των οποίων η φυτοκάλυψη σπάνια ξεπερνά το 10%.

Μέσα στην καλά προστατευόμενη περιοχή του κόλπου της Ιερισσού σχηματίζονται πολύ καλά διαμορφωμένη ακτή μεγάλου πλάτους το νότιο τμήμα της οποίας βρίσκεται εντός των ορίων του Αγίου Όρους (Όρμος Πλατύ). Στην περιοχή αυτή αλλά και στις άλλες μικρότερες αμμώδεις ακτές εμφανίζονται σε διάφορο βαθμό διαμορφωμένες, οι αμμόφιλες φυτοκοινωνίες, οι οποίες συμμετέχουν στη δημιουργία και διατήρηση των εμβρυονικών, λευκών και γκριζών θινών. Οι αμμόφιλες φυτοκοινωνίες αναπτύσσονται λιγότερο ή περισσότερο οργανωμένες, αλλά είναι επηρεασμένες από την ανθρώπινη οικονομική δραστηριότητα (κατασκευή αρσανάδων, οικίσκων, προβλητών, κ.λπ.).

### **3.9 Χλωρίδα**

Η βλάστηση του Αγίου Όρους παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία τύπων (φυτοκοινωνιών), όπου εναλλάσσονται σε μικρή σχετικά έκταση, δημιουργώντας ένα ποικιλόμορφο μωσαϊκό, το οποίο σε συνδυασμό με το ανάγλυφο του εδάφους και τις ανθρώπινες δραστηριότητες χαρακτηρίζει το अपαράμιλλης ομορφιάς τοπίο της περιοχής μελέτης.

Στην ευρύτερη περιοχή της Μονής απαντώνται δύο ζώνες βλάστησης, με ασαφή όρια μεταξύ τους. Οι ζώνες αυτές διαμορφώνονται κυρίως με την επίδραση του υπερθαλάσσιου ύψους και τροποποιούνται από την έκθεση και κλίση των πλαγιών, καθώς και από τη φύση των πετρωμάτων.

Οι ζώνες βλάστησης αυτές είναι:

- Η ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia ilicis*) (παραλιακή, λοφώδης και υποορεινή περιοχή).
- Η παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*) (λοφώδης, υποορεινή).

Στην περιοχή του λιμενικού έργου επικρατεί η παράκτια βλάστηση με αμμόφιλα είδη που διαθέτουν υπόγειους βλάστους ή επιμήκη ριζώματα που αναπτύσσονται γρήγορα και φυτρώνουν διαπερνώντας την αμμο.

Οι βιότοποι με βάση τους κωδικούς του NATURA-2000 που διακρίθηκαν στη παράκτια ζώνη είναι

- Σταθερές θίνες με ποώδη βλάστηση (γκρίζες θίνες) και

- Αλόφιλοι βιότοποι (στην εκβολή του χειμάρρου Πλατανάρα).

Στις γκριζες θίνες της Χερσονήσου του Άθωνα καταγράφηκαν είδη της *Ephedra distachya*-*Silene subconica* Ass. Oberdorfer 1952, όπως τα *Euphorbia paralias* και *Silene conica* ssp. *subconica*, όμως βασικά χλωριδικά στοιχεία θεωρούνται το *Cynodon dactylon* που δημιουργεί συνήθως χλοοτάπητα με άλλα αγρωστώδη όπως το *Hordeum bulbosum*, *Hordeum murinum*, *Dasypyrum villosum*, *Lolium rigidum*, *Melica ciliata*, *Poa annua*, *Poa bulbosa*, *Aegilops triuncialis* (*Triticum triunciale*), *Ephedra distachya* ssp. *distachya*, *Plantago arenaria*, *Bromus tectorum*, *Jasione heldreichii*, *Anthemis tomentosa*, *Phleum arenarium*, *Sideritis montana* ssp. *remota*, *Daucus gullatus* ssp. *gullatus*, *Lagurus ovatus*, κ.άλ. Από τα καθαρώς αμμονιτρόφιλα εκτός από το *Cakile maritima*, βρέθηκαν και τα *Anthemis tomentosa*, *Xanthium strumarium*, *Salsola kali* και *Matthiola tricuspidata*.

Οι αλόφιλοι βιότοποι απαντώνται κυρίως στην εκβολή του χειμάρρου Πλατανάρα και ανάλογα με την εποχή του έτους το μέρος αυτό είναι είτε κατακλυσμένο από αλμυρό ή γλυκό νερό, είτε είναι αποστραγγισμένο και ξηρό. Τα εδάφη εδώ είναι ιλυοαργιλώδη και αλατούχα λόγω του θαλασσινού νερού. Έτσι η βλάστηση που αναπτύσσεται αποτελείται από υποχρεωτικά ή προαιρετικά αλόφυτα ή ημιαλόφυτα είδη. Αν και ο αριθμός των αλοφύτων είναι περιορισμένος, εξαιτίας του στενού οικολογικού εύρους τους, εν τούτοις η βλάστηση χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία. Η δομή της βλάστησης μεταβάλλεται σε μικρές αποστάσεις, με αποτέλεσμα η φυτοκάλυψη να παίρνει τη μορφή μωσαϊκού, που καθιστά τον επί μέρους διαχωρισμό και την οριοθέτηση των διαφόρων φυτοκοινωνιών αδύνατη.

### 3.10 Πανίδα – Οικοσυστήματα - Βιότοποι

Αναφερόμενοι στην πανίδα του Αγίου Όρους, πρέπει, εξ αρχής να επισημανθούν δύο κύρια ζητήματα-συμπεράσματα:

1) Είναι αξιοπρόσεκτο το γεγονός ότι, ενώ το Άγιο Όρος δέχεται εκατοντάδες επισκέπτες κάθε χρόνο, εδώ και πάρα πολλές δεκαετίες, κανείς σχεδόν από αυτούς δεν έχει ασχοληθεί με τη μελέτη, την καταγραφή ή έστω την απλή παρατήρηση, των διαφόρων ειδών της άγριας πανίδας στην περιοχή.

2) Το πρόβλημα αυτό γίνεται ακόμα πιο έντονο, αν αναλογιστεί κανείς ότι, για μια σειρά από ευνόητους λόγους, το φυσικό περιβάλλον στο Άγιο Όρος παραμένει (σε γενικές γραμμές) σε εξαιρετική κατάσταση, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι και η άγρια πανίδα της περιοχής είναι πλούσια και με υγιείς πληθυσμούς.

Το επιστημονικό ενδιαφέρον για την Φύση και το φυσικό περιβάλλον της Χερσονήσου του Άθω άρχισε να εκδηλώνεται τα τελευταία μόλις χρόνια, κυρίως όμως σε ότι αφορά την μελέτη της χλωρίδας και των ζωνών βλάστησης και ιδιαίτερα μέσω της ερευνητικής δραστηριότητας της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΑΠΘ. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ακόμα και η μυκοχλωρίδα της περιοχής είναι ήδη καλά μελετημένη (Διαμαντής & Περλέρου, 1997), ενώ αντίθετα, ελάχιστα επιστημονικά δεδομένα

υπάρχουν για την πανίδα της περιοχής, η ποιοτική και ποσοτική σύνθεση της οποίας εξακολουθεί να παραμένει σχεδόν άγνωστη.

Και ενώ για την ορνιθοπανίδα, υπάρχουν κάποια (ανεπαρκή πάντως) δεδομένα, για τα υπόλοιπα είδη ζώων (θηλαστικά, ερπετά κ.α.) τα μέχρι τώρα στοιχεία είναι ελάχιστα, συγχρόνως δε ασαφή ή και αμφίβολης ποιότητας. Δεν υπάρχει, τέλος, καμία καταγραφή για τα ασπόνδυλα.

### **3.11 Κυματικές συνθήκες – Ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά – Ακτομηχανικά φαινόμενα**

#### Κυματικές συνθήκες

Τα χαρακτηριστικά των κυμάτων στα βαθιά ύδατα του Όρμου Βατοπαιδίου υπολογίστηκαν με χρήση της μεθόδου JONSWAP σύμφωνα με το CEM (USACE 2002) και ανεμολογικών δεδομένων της EMY από τους σταθμούς Μίκρας (Θεσσαλονίκη) και Χρυσούπολης (Καβάλα).

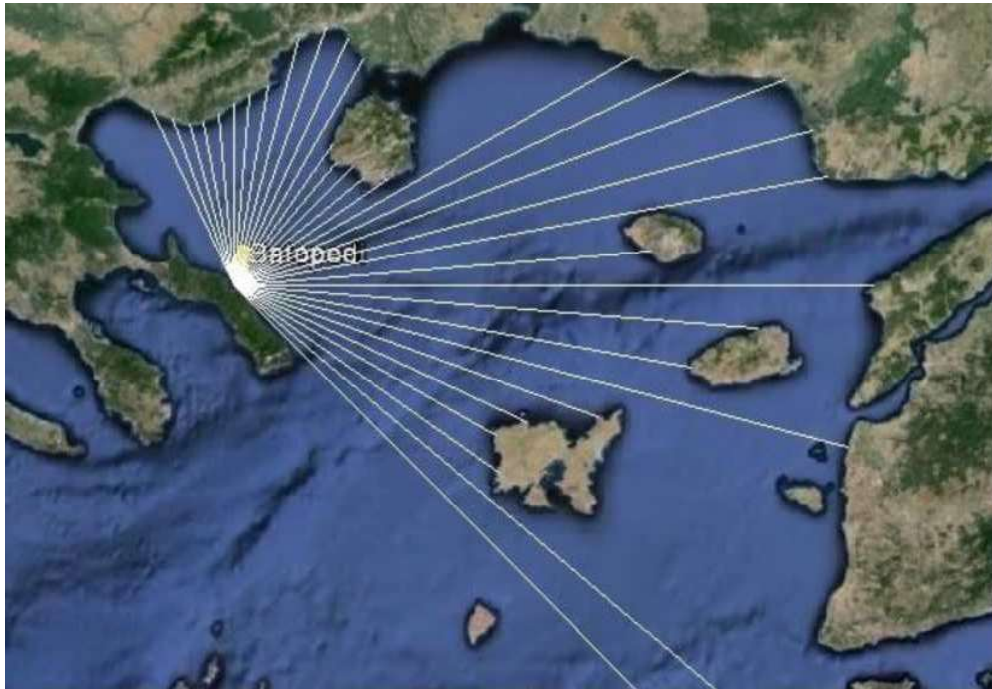
Με χρήση του Google Earth μετρήθηκαν τα μήκη θαλασσιού πεδίου από τον Όρμο Βατοπαιδίου (Σχήμα 3.8) και ανά γωνία 5° προς όλες τις διευθύνσεις. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα μήκη αναπτύγματος θαλασσιού πεδίου (fetch) κατά τις δύο διευθύνσεις (βορειοανατολική και βόρεια) προέλευσης των επερχομένων κυματισμών ανοικτά του Όρμου Βατοπαιδίου μέσω της εξίσωσης:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^N F_i \cos^2 \alpha_i}{\sum_{i=1}^N \cos \alpha_i}$$

όπου  $F_i$  είναι το μήκος θαλασσιού πεδίου στη διεύθυνση με γωνία  $\alpha_i = i - Aa$  ως προς τη διεύθυνση του ανέμου με  $Aa = 5^\circ$  και  $N = 9$ . Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 3.3.

Από τα μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα των σταθμών της EMY στη Μίκρα και την Χρυσούπολη επιλέχθηκε ως μέγιστη ετήσια ένταση ανέμου τα 8 και 9 Beaufort κατά την ΒΑ και τη Β διεύθυνση, αντίστοιχα. Στη συνέχεια με χρήση της μεθόδου JONSWAP (ύ8ΛΟΕ 2002), υπολογίστηκαν το μέγιστο ετήσιο χαρακτηριστικό ύψος κύματος και η αντίστοιχη χαρακτηριστική περίοδος κύματος στα βαθιά ύδατα. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 3.4.





**Σχήμα 3.8** Τα μήκη θαλασσίου πεδίου ως προς τον Όρμο Βατοπαιδίου με χρήση του Google Earth.

**Πίνακας 3.3** Μήκη αναπτύγματος θαλασσίου πεδίου ως προς τον Όρμο Βατοπαιδίου.

Διεύθυνση	BA	B
$F$ (Km)	99.43	55.30

**Πίνακας 3.4** Παράμετροι κυμάτων με το μέγιστο ετήσιο χαρακτηριστικό ύψος στα βαθιά ύδατα του Όρμου Βατοπαιδίου.

Διεύθυνση	BA	B
Χαρακτηρισμός προέλευσης κύματος	duration-limited	fetch-limited
Ταχύτητα ανέμου, $U_w$ (m/s)	20,7	24,4
Ένταση ανέμου (Beaufort)	8	9
Διάρκεια πνοής (hrs)	8	8
Χαρακτηριστικό ύψος κύματος, $H_s$ (m)	3,13	3,34
Χαρακτηριστική περίοδος κύματος, $T_s$ (sec)	5,94	5,82
Περίοδος κορυφής φάσματος κύματος, $T_p$ (sec)	6,26	6,13

Στη συνέχεια υπολογίσθηκαν το μέγιστο χαρακτηριστικό ύψος κύματος και η αντίστοιχη χαρακτηριστική περίοδος κύματος στα βαθιά ύδατα με περίοδο επαναφοράς 100 έτη. Θεωρήθηκε ότι το ύψος κύματος ακολουθεί την κατανομή Gumbel σύμφωνα με το CEM

(USACE 2002), ενώ η χαρακτηριστική περίοδος προκύπτει από την εμπειρική σχέση κατά Goda (2003). Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 3.5.

**Πίνακας 3.5** Παράμετροι ακραίων κυμάτων με περίοδο επαναφοράς 100 ετών στα βαθιά

Διεύθυνση	BA	B
Ακραίο χαρακτηριστικό ύψος κύματος, $H_{siao}$ (m)	5,11	5,45
Ακραία χαρακτηριστική περίοδος κύματος, $T_{siao}$ (sec)	9,22	9,60

### 3.12 Παλιρροιακά στοιχεία

Στην θέση μελέτης δεν υπάρχει παλιρροιόμετρο ή παλιρροιογράφος. Ο κοντινότερος σταθμός είναι στην Καβάλα. Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα στατιστικά στοιχεία του παραπάνω αναφερομένου σταθμού.

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ
Μέγιστο εύρος: (m)	0,96
Ελάχιστο εύρος: (m)	0,01
Μέσο εύρος: (m)	0,20
Επάλλαξη: (m)	1,54

#### 4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Η υπό μελέτη περιοχή, Όρμος Βατοπαιδίου, έχει αναβαθμιστεί με την κατασκευή του λιμανιού, την επέκταση του υφισταμένου προσήνεμου κυματοθραύστη, την κατασκευή νέου υπήνεμου μώλου και της δημιουργίας δίαυλου προσέγγισης μέσω βυθοκόρησης. Η παράκτια ζώνη του Όρμου Βατοπαιδίου προσβάλλεται, κυρίως, από κυματισμούς με βορειοανατολική και βόρεια διεύθυνση προέλευσης. Οι κυματισμοί με βορειοδυτική διεύθυνση προέλευσης είναι ασθενέστεροι καθώς το αντίστοιχο μήκος αναπτύγματος του θαλασσιού πεδίου είναι σημαντικά μικρότερο των αντιστοιχών στα Βορειοανατολικά και Βόρεια, ενώ ο Όρμος είναι προστατευμένος από τους ανατολικούς κυματισμούς.

Ο σχεδιασμός των λιμενικών έργων γίνεται με τη μεσολάβηση της ακτομηχανικής μελέτης και περιλαμβάνει την εξέταση διάφορων λύσεων για την επιλογή της βέλτιστης λύσης για την υπό εξέταση περιοχή. Η επιλογή γίνεται με βάση δοκιμές με την χρήση αριθμητικών ακτομηχανικών μοντέλων για τις διαφορές λύσεις κατά το στάδιο της ακτομηχανικής μελέτης. Μετά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ακολουθεί η λεπτομερής εξέταση της προτεινόμενης λύση και η πρόταση για την οριστική τεχνική λύση των έργων που απαιτούνται για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος.

Η διάταξη και τα χαρακτηριστικά των επεμβάσεων προσαρμόζονται στις γεωμορφολογικές συνθήκες της περιοχής, τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις και τις ανάγκες προστασίας και αναβάθμισης του χώρου στα παρακείμενα τμήματα της ακτής, τόσο στη χερσαία και τη θαλάσσια ζώνη.

Κατά την λειτουργία των έργων προβλέπονται τα εξής:

1. Με την κατασκευή στη θάλασσα του συστήματος των δύο (2) βυθιζόμενων κυματοθραυστών σε στάθμη 0.50m κάτω από την Μ.Σ.Θ., προστατεύεται σε μεγάλο βαθμό η ακτή από τους επερχόμενους κυματισμούς, μειώνεται το ποσοστό της κυματικής ενέργειας που φθάνει στην ακτή, μειώνεται η κυματογενή ανύψωση και το μέτρο των κυματογενών ρευμάτων και η μεταβολή της μορφολογίας του πυθμένα πλησίον της ακτογραμμής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αλλάξει τόσο η ποσότητα ιζήματος που μεταφέρεται, όσο και η κατεύθυνση της μεταφοράς και τελικά η μορφολογία της ακτής. Ένα μέρος της κυματικής ενέργειας μεταφέρεται πίσω από τον κυματοθραύστη, λόγω της υπερπήδησης των κυματισμών αλλά και επιπλέον λόγω του φαινομένου της περίθλασης.

Η απόσβεση της κυματικής ενέργειας πραγματοποιείται με τη θραύση πάνω στην κατασκευή ή και μέσω των τυρβωδών ροών στην επιφάνεια και το εσωτερικό τους. Ο συντελεστής ανακλάσεως είναι της τάξεως του 20%, ενώ ο συντελεστής μετάδοσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την απώλεια ενέργειας. Η παρουσία τους παράλληλα στην ακτή μειώνει τη διαβρωτική εγκάρσια δράση των κυματισμών και ενισχύει την πρόσχωση (Καραθανάση, 2004).

### Επίδραση της στάθμης στέψης στην διέλευση της κυματικής ενέργειας

Είναι προφανές ότι όσο χαμηλότερη είναι η στάθμη στέψης του έργου παράκτιας προστασίας, τόσο περισσότερο η επερχόμενη κυματική ενέργεια υπερπηδά το έργο και μεταδίδεται στην προστατευόμενη περιοχή. Η σχέση στάθμης στέψης/μετάδοσης της κυματικής ενέργειας έχει τύχει εκτεταμένης ανάλυσης η οποία έχει καταδείξει τις σχέσεις που διέπουν την μετάδοση της κυματικής ενέργειας με τα χαρακτηριστικά του προσπίπτοντος κυματισμού και της στάθμης στέψης. Αναφορά γίνεται στις εξισώσεις που παρατίθενται στο Rock Manual (CIRIA C683), Eq. 5.58/59/60, η επεξεργασία των οποίων στην περίπτωση του εν θέματι έργου δίνει τα εξής αποτελέσματα:

- Για ύψος χαρακτηριστικού κύματος  $H_s=3,25m$  και στάθμη στέψης  $R_c=+2,0m$ , ο συντελεστής μεταδιδόμενης κυματικής ενέργειας, ήτοι το ποσοστό της μεταδιδόμενης ενέργειας υπολογίζεται σε  $C_t=0,27$  ή 27%.
- Για ύψος χαρακτηριστικού κύματος  $H_s=3,25m$  και στάθμη στέψης  $R_c=0,0m$  (ίσαλος), ο συντελεστής μεταδιδόμενης κυματικής ενέργειας, ήτοι το ποσοστό της μεταδιδόμενης ενέργειας υπολογίζεται σε  $C_t=0,46$  ή 46%.
- Για ύψος χαρακτηριστικού κύματος  $H_s=3,25m$  και στάθμη στέψης  $R_c=-0,5m$ , ο συντελεστής μεταδιδόμενης κυματικής ενέργειας, ήτοι το ποσοστό της μεταδιδόμενης ενέργειας υπολογίζεται σε  $C_t=0,50$  ή 50%.
- Για ύψος χαρακτηριστικού κύματος  $H_s=3,25m$  και στάθμη στέψης  $R_c=-1,0m$ , ο συντελεστής μεταδιδόμενης κυματικής ενέργειας, ήτοι το ποσοστό της μεταδιδόμενης ενέργειας υπολογίζεται σε  $C_t=0,55$  ή 55%.

Αρα στην περίπτωση στάθμης στέψης στο  $-0,5m$  η μισή κυματική ενέργεια θα μεταδίδεται και θα προσβάλει την ακτή. Η αποτελεσματικότητα του έργου δηλαδή είναι περιορισμένη έναντι ενός αντίστοιχου με στάθμη στέψης πάνω από τη στάθμη θάλασσας. Από την άλλη πλευρά, λόγοι αισθητικοί και διατήρησης του οπτικού τοπίου, ιδιαίτερα δε στον ευρύτερο χώρο της Μονής Βατοπαϊδίου με την μεγάλη πολιτιστική και ιστορική σημασία, οδηγούν σε επιλογή αυτής της λύσης. Απαιτείται ως εκ τούτου η συμπλήρωση των έργων προστασίας με το παράκτιο πρηνές θωράκισης. Περεταίρω μείωση της στάθμης στέψης οδηγεί σε προβληματισμό ως προς τη σκοπιμότητα του έργου και ως εκ τούτου δεν συνιστάται.

### **Φάση λειτουργίας**

Η λειτουργία των λιμενικών και τεχνικών έργων, όπως αυτά παρουσιάστηκαν προηγούμενα, δεν απαιτεί ποσότητες ενέργειας ή καυσίμων, ούτε την χρήση φυσικών πόρων ανανεώσιμων ή μη. Επίσης δεν αναμένονται ποσότητες αποβλήτων καθώς η φύση των έργων δεν δύναται να δημιουργήσει απόβλητα αλλά ούτε και να απαιτεί ποσότητες ενέργειας ή άλλων πόρων.

### **4.1 Χωματοουργικές εργασίες**

Για τις χωματοουργικές εργασίες που θα προκύψουν από την εκβάθυνση του πυθμένα της θάλασσας θα πληρούνται οι όροι της Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΤΕΠ 09-02-01-00

“Υποθαλάσσιες εκσκαφές χωρίς χρήση εκρηκτικών υλών” και της ΕΤΕΠ 02-04-00-00 “Εκσκαφές θεμελίων τεχνικών έργων”.

Τα επιχώματα θα κατασκευαστούν, σύμφωνα με τις διατομές της μελέτης, και τις Τεχνικές Προδιαγραφές ΕΤΕΠ 02-07-01-00 “Κατασκευή επιχωμάτων” και ΕΤΕΠ 02-07-03-00 “Μεταβατικά επιχώματα”, κατά προτεραιότητα από τα κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής. Τα προϊόντα εκσκαφής που είναι κατάλληλα για την κατασκευή επιχωμάτων καθώς και τα λοιπά προϊόντα εκσκαφής, θα αποθεθούν σε χώρους που δεν θα είναι δάση ή δασικές εκτάσεις, με ευθύνη, μέριμνα και δαπάνη του αναδόχου του έργου.

Σε κάθε περίπτωση, ο Ανάδοχος θα χρησιμοποιεί κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό για την εμπρόθεσμη και έντεχνη εκτέλεση των εργασιών. Ο εξοπλισμός θα είναι σε άριστη κατάσταση λειτουργίας, συντηρούμενος σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων παραγωγής του.

Θα χρησιμοποιούνται μηχανήματα και οχήματα που θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κείμενης Ελληνικής και Κοινοτικής νομοθεσίας, όσον αφορά στη στάθμη θορύβου, στην εκπομπή καυσαερίων και στα συστήματα ασφαλείας. Αυτά θα φέρουν πινακίδες κυκλοφορίας μηχανημάτων έργων (ΜΕ) και ασφάλιση σε ισχύ. Οι χειριστές/οδηγοί θα διαθέτουν τις προβλεπόμενες από την κείμενη νομοθεσία άδειες.

Πριν από την έναρξη των εκσκαφών, ο Ανάδοχος υποβάλει τοπογραφικά σχέδια και στοιχεία, ως αποδεικτικά, τα οποία επισυνάπτονται σε πρωτόκολλο παραλαβής του φυσικού εδάφους που υπογράφεται από την Υπηρεσία. Άλλως νοείται ότι ισχύουν τα στοιχεία του φυσικού εδάφους που παρέχονται από τη Μελέτη.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών, η Επίβλεψη μπορεί να δίνει εντολές για την τροποποίηση των γραμμών και των κλίσεων των πρανών, αλλά και γενικά των διαστάσεων των εκσκαφών της Μελέτης.

Κάθε εκσκαφή που γίνεται από τον Ανάδοχο για την εξασφάλιση πρόσβασης σε χώρους εκτέλεσης εργασιών, σε χώρους απόρριψης προϊόντων εκσκαφής, ή για οποιονδήποτε άλλο σκοπό, θα περιορίζεται στα εγκεκριμένα από την Υπηρεσία όρια.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών, ενδέχεται να εμφανιστούν, στα πετρώματα προς εκσκαφή, κοιλότητες, ρήγματα, ζώνες χαλαρού ή αποσαθρωμένου βράχου (σε διάφορες θέσεις και διευθύνσεις). Η μη εμφάνιση ή αναφορά τέτοιων δυσμενών συνθηκών στα Σχέδια της Μελέτης δεν τεκμηριώνει δικαίωμα στον Ανάδοχο για νομικές διεκδικήσεις επιπλέον αποζημιώσεων, πέραν της πληρωμής των εργασιών σύμφωνα με τους όρους των συμβατικών τευχών. Δηλαδή, ο Ανάδοχος θα λαμβάνει υπόψη του ότι:

- οι γραμμές εκσκαφής, που απεικονίζουν τα Σχέδια της Μελέτης, δεν μπορεί να αποτελούν τις απόλυτα τελικές ή πραγματικές,
- οι τελικές γραμμές εκσκαφών θα καθορισθούν κατά την εκτέλεση των εργασιών, όταν θα διαπιστωθεί πραγματικά, είτε απουσία, είτε παρουσία ασθενών ζωνών στο πέτρωμα (επιπλέον εκείνων που ενδεχομένως υποδεικνύονται στα Σχέδια της Μελέτης).

Θα λαμβάνεται κάθε μέτρο, ώστε να αποφεύγονται οι υπερεκσκαφές. Για υπερεκσκαφές οφειλόμενες σε ενέργειες του Αναδόχου για οποιαδήποτε αιτία ή σκοπό, (εκτός εάν έχει δοθεί σχετική εντολή της Υπηρεσίας, ή εάν η Υπηρεσία αποδέχεται την υπερεκσκαφή) δεν επιτρέπεται να επιμετρώνται προς πληρωμή.

Οι μη αποδεκτές υπερεκσκαφές, εφόσον απαιτηθεί από την Υπηρεσία, θα επιχώνονται με προϊόντα εκσκαφών, ή άλλο υλικό, σύμφωνα με εντολές και οδηγίες της Υπηρεσίας, ενώ η δαπάνη της αποκατάστασης θα βαρύνει τον Ανάδοχο.

Σε περιπτώσεις υπερεκσκαφών, που οφείλονται σε γεωλογικές συνθήκες προβλεπόμενες ή όχι από τη Μελέτη, ο Ανάδοχος αποζημιώνεται, τόσο για τις πρόσθετες εκσκαφές, όσο και για τις εργασίες επανεπίχωσης, υπό την προϋπόθεση ότι έχει πάρει όλα τα προβλεπόμενα από τη μελέτη μέτρα για την αποφυγή τους, όπως π.χ. διαμόρφωση των προβλεπομένων αναβαθμών στα πρηνή των ορυγμάτων, εφαρμογή τεχνικώς ορθών πρακτικών εκσκαφής κλπ. Εάν ο πυθμένας του ορύγματος εκσκαφθεί σε στάθμη χαμηλότερη της προβλεπόμενης, ο Ανάδοχος με δικές του δαπάνες θα επανεπιχώσει την υπερεκσκαφή με κατάλληλα υλικά, που θα συμπυκνώσει σύμφωνα με τις εντολές της Επίβλεψης, προκειμένου να διασφαλίσει την ευσταθή έδραση των προβλεπομένων επικείμενων κατασκευών. Εάν στον πυθμένα των ορυγμάτων συναντηθούν ακατάλληλα υλικά (εδάφη οργανικά, πολύ πλαστικά κλπ.), αφαιρούνται και αντικαθίστανται με κατάλληλα υλικά, έως το απαιτούμενο βάθος και συμπυκνώνονται σύμφωνα πάντα με τις εντολές της Επίβλεψης. Οι εργασίες αυτές (πρόσθετη εκσκαφή και επίχωση) επιμετρώνται ιδιαιτέρως προς πληρωμή.

### **Μόρφωση πυθμένα εκσκαφής θεμελίωσης κυματοθραυστών**

Ο πυθμένας των ορυγμάτων, στην στάθμη και με τις κλίσεις και επικλίσεις που προβλέπονται από τη μελέτη, διαμορφώνεται με ομαλή επιφάνεια.

### **Μόρφωση του πυθμένα και των πρηνών εκσκαφών θεμελίωσης τεχνικών έργων**

Ο Ανάδοχος θα εκτελεί τις απαιτούμενες εργασίες με οποιοδήποτε μέσο (κατάλληλα μηχανικά μέσα και εργαλεία χειρός) θεωρεί ως προσφορότερο για την κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Ο εξοπλισμός θα είναι σε κατάσταση λειτουργίας και θα συντηρείται κανονικά.

Οι διαστάσεις των εκσκαφών δεν επιτρέπεται να μεταβάλλονται σε σχέση με αυτές της μελέτης.

Κάθε υπερεκσκαφή πέραν των εγκεκριμένων διαστάσεων που προκύπτει από τις ενέργειες ή παραλείψεις του Αναδόχου για οποιαδήποτε αιτία, εκτός αν έχει δοθεί σχετική εντολή της Υπηρεσίας, ή κρίθηκε αυτή δικαιολογημένη, δεν θα επιμετράται προς πληρωμή και θα πληρούται εφ' όσον κριθεί απαραίτητο από την Υπηρεσία, με εγκεκριμένα προϊόντα εκσκαφής, ή σκυρόδεμα ή με άλλο τρόπο, σύμφωνα με τις αιτιολογημένες εντολές της Υπηρεσίας, με δαπάνες του Αναδόχου.

Ιδιαίτερη προσοχή θα δίδεται ώστε ο πυθμένας της εκσκαφής να είναι στη στάθμη που προβλέπεται από τη μελέτη του έργου. Στην περίπτωση που προκύψει στάθμη πυθμένα

χαμηλότερη της προβλεπόμενης ο Ανάδοχος υποχρεούται με δαπάνη του να αποκαταστήσει την προβλεπόμενη στάθμη με κατάλληλο υλικό ή σκυρόδεμα ώστε η έδραση του θεμελίου να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της μελέτης, κατά την αιτιολογημένη κρίση της Υπηρεσίας.

Επισημαίνεται ότι η εκτέλεση της εκσκαφής θα γίνεται κατά τρόπον ώστε να αποφεύγεται η χαλάρωση ή η μείωση της αντοχής του εδάφους.

Επιτρέπονται υψομετρικές αποκλίσεις στον πυθμένα του ορύγματος, μετρούμενες με ευθύγραμμο μετρο κανόνα ως εξής:

- σε εδάφη γαιοημιβραχώδη  $\pm 2\text{cm}$
- σε εδάφη βραχώδη 5cm.

Κάθε ανωμαλία πέραν από τα επιτρεπόμενα όρια διορθώνεται, με αναμόχλευση, προσθήκη ή αφαίρεση υλικού και εκ νέου μόρφωση και συμπύκνωση.

Πέραν των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω ισχύουν και τα ακόλουθα:

- Ο πυθμένας των εκσκαφών θα διαμορφώνεται σε στάθμη επαρκή για τη διάστρωση του σκυροδέματος, των εξομαλυντικών στρώσεων ή των στρώσεων έδρασης που προβλέπονται από τη μελέτη του τεχνικού.
- Ο πυθμένας στην περίπτωση γαιωδών εδαφικών υλικών στην ξηρά, θα συμπυκνώνεται με κατάλληλα μέσα συμπύκνωσης, ώστε να επιτευχθεί πυκνότητα 95% κατά την τροποποιημένη μέθοδο Proctor.
- Εάν το σκυρόδεμα πρόκειται να εδρασθεί επί μη βραχώδους πυθμένα εκσκαφής, πρέπει να ληφθεί μέριμνα, ώστε να μη διαταραχθεί ο πυθμένας και η ολοκλήρωση της εκσκαφής θεμελίωσης για απόκτηση της επιθυμητής στάθμης να γίνει ακριβώς πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος.
- Εάν η επιφάνεια που θα εδρασθεί το σκυρόδεμα ή άλλο υλικό είναι μαλακή ή λασπώδης τότε επιβάλλεται να παρεμβληθεί μεταξύ αυτών, (εάν άλλως δεν ορίζεται από την τεχνική μελέτη) εγκεκριμένο από την Υπηρεσία κοκκώδες υλικό, κατ' αρχήν λεπτόκοκκο (π.χ. στρώση άμμου) πάχους 2-5εκ. και μετά υλικό αμμοχαλικώδες, πάχους τουλάχιστον 15εκ. και οποιοσδήποτε τέτοιου, ώστε να προκύψει η προβλεπόμενη από τα εγκεκριμένα στάθμη θεμελίωσης. Το σκυρόδεμα απαγορεύεται να διαστρώνεται επί της λασπώδους επιφάνειας.

Ανάλογα του ύψους και των χαρακτηριστικών του εδάφους, οι κλίσεις των πρανών ορυγμάτων θα διαμορφώνονται σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 4.4, εκτός αν εκτός αν επιβάλλονται ηπιότερες από τη Τεχνική μελέτη, ή τη γεωτεχνική μελέτη ευστάθειας των πρανών.

**Πίνακας 4.4:** Κατηγοριοποίηση της κλίσεως των πρανών ανάλογα με την κατηγορία εδάφους.

	Κατηγορία Εδάφους	Ύψους πρανούς (Y) m	Κλίση πρανούς (υ:β)
1	Χαλαρά	οποιοδήποτε	1:3

2	Συνεκτικά γαιώδη έως ημιβραχώδη	Μικρού ύψους	1:2
		$Y \leq 5.00$	
3	Βραχώδη	$Y \leq 5.00$	2:3
		$5.00 < Y$	2:1 έως 10:1

#### Έργα και μέθοδοι προστασίας ακτών - γενικές αρχές σχεδιασμού

Τα λιμενικά παράκτια τεχνικά έργα προστασίας ακτών, ανάλογα με τη μορφή και τη θέση τους ως προς τις ακτές, δύνανται να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

- α) τεχνικά έργα εγκάρσια στην ακτή και σε επαφή με αυτήν (βραχίονες),
- β) παράλληλα στην ακτή και σε απόσταση από αυτήν (κυματοθραύστες), και
- γ) παράλληλα έργα πάνω στην ακτή (έργα επένδυσης ακτών, παράκτιοι τοίχοι).

Τα υλικά κατασκευής ποικίλλουν ανάλογα με τις ανάγκες του έργου, τις υπάρχουσες οικονομικές συνθήκες καθώς και τη γεωγραφία του έργου (δηλαδή αν υπάρχουν σε κοντινές αποστάσεις λατομεία για προμήθεια υλικών ή χώροι απόθεσης άχρηστων υλικών). Τα συνηθισμένα υλικά είναι φυσικοί λίθοι κατάλληλης κοκκομετρίας και βάρους, άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα (του οποίου όμως η έγχυση χρειάζεται ιδιαίτερες προφυλάξεις), υλικό που η συμπεριφορά του κρίνεται πολύ ικανοποιητική, μεταλλικές πασαλοσανίδες (ευρύτατα διαδεδομένο σε χώρες με υψηλή παραγωγή χάλυβα, που όμως χρειάζονται επεξεργασία ώστε να μην διαβρώνονται από τους ηλεκτρολύτες της θάλασσας) και τέλος γεωυφάσματα και γεωμεμβράνες που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση στα εδάφη θεμελιώσεων και την προστασία πρηνών από τη δράση κυματισμών. Για την κατασκευή πλωτών στοιχείων λιμενικών έργων χρησιμοποιούνται επιτυχώς διογκωμένη πολυστερίνη (GRP) και άλλα πλαστικά υλικά.

#### **4.2 Τεχνικά στοιχεία των έργων:**

##### **Κυματοθραύστες χαμηλής στέψης**

Οι βυθιζόμενοι κυματοθραύστες (BK) κατασκευάζονται συνήθως από λιθορριπή και ογκόλιθους, αλλά και από σκυρόδεμα. Η στέψη τους βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, επιτρέποντας το νερό να κυκλοφορεί από πάνω τους, πράγμα που βοηθά στην ανανέωση των νερών της λιμενολεκάνης. Λόγω της παρουσίας τους, ένα μέρος της κυματικής ενέργειας ανακλάται προς τα ανοιχτά και ένα μέρος της μεταδίδεται προς την ακτή.

Όπως και οι συμβατικοί κυματοθραύστες, οι BK δημιουργούν στη σκιά τους μια προστατευόμενη περιοχή όπου μπορεί να σχηματιστεί προεξοχή (salient), για σχετικά μεγάλους λόγους LA/LB (LA = απόσταση από την ακτή, LB = μήκος) ή tombolo για μικρούς λόγους LA/LB. Αυτό γίνεται λόγω της μορφής των κυματογενών ρευμάτων που δημιουργούνται. Οι κυματισμοί προσπίπτοντας στον BK χάνουν σημαντικό μέρος της ενέργειάς τους. Στα ενδιάμεσα κενά όμως οι κυματισμοί προωθούνται προς την ακτή έχοντας μεγαλύτερη ενέργεια και συνεπώς θραύονται σε μεγαλύτερα βάθη από ότι αυτοί πίσω από



τον κυματοθραύστη. Με το τρόπο αυτό δημιουργούνται διαφορές στη στάθμη της θάλασσας κατά μήκος της ακτής που οδηγούν στην δημιουργία των κυματογενών ρευμάτων. Τα ρεύματα αυτά μεταφέρουν την άμμο (που έχει αποσταθεροποιηθεί από τους κυματισμούς) από τα ενδιάμεσα ανοίγματα προς το κέντρο, μεταβάλλοντας την αρχική βυθομετρία και δημιουργώντας μια προεξοχή ή tombolo στη 'σκιά' του κυματοθραύστη. Ο μηχανισμός είναι παρόμοιος με εκείνο των συμβατικών κυματοθραυστών που κατασκευάζονται παράλληλα στην ακτή.

Στην περίπτωση όμως των ΒΚ υπάρχει μια σημαντική διαφορά από τους συμβατικούς κυματοθραύστες: Όταν οι κυματισμοί περνούν πάνω από τους ΒΚ η μάζα νερού που εισέρχεται στην περιοχή ανάμεσα σε αυτούς και την ακτή, αυξάνει τη Μέση Στάθμη Θάλασσας (ΜΣΘ), με συνέπεια τη δημιουργία ρευμάτων επαναφοράς (προς τα ανοιχτά) μέσα από τα κενά της σειράς ΒΚ. Τα ρεύματα αυτά δημιουργούν διαβρώσεις κυρίως στα κενά μεταξύ των ΒΚ.

Η παρουσία τους παράλληλα στην ακτή δημιουργεί μια προστατευόμενη περιοχή όπου μειώνεται η διαβρωτική εγκάρσια δράση των κυματισμών. Κατασκευάζονται ως σύστημα κυματοθραυστών με κενά ανάμεσά τους, σε βάθη μεγαλύτερα των 34m.

Όσον αφορά στο υδροδυναμικό πεδίο, λόγω της διαφοράς στο ύψος του κύματος κατά μήκος της ακτής, δημιουργούνται διαφορές στη μέση στάθμη θάλασσας στη ζώνη θραύσης των κυματισμών, που συνεπάγονται τον σχηματισμό δύο στροβίλων αντίθετης φοράς. Οι στρόβιλοι, με τη βοήθεια και των κυματισμών, μεταφέρουν την άμμο από τα άκρα του πεδίου προς το κέντρο και την εναποθέτουν, δημιουργώντας μια προεξοχή στη «σκιά» του κυματοθραύστη, αλλά και πλευρική διάβρωση. Όταν οι κυματισμοί θραύονται πάνω από τους ύφαλους κυματοθραύστες, η κυματογενής ροή μάζας που δημιουργείται περνά πάνω από τις κατασκευές και εισέρχεται στην περιοχή ανάμεσα σε αυτές και στην ακτή, αυξάνοντας τη Μέση Στάθμη Θάλασσας. Έτσι δημιουργούνται ρεύματα επαναφοράς μέσα από τα κενά της σειράς των ύφαλων κυματοθραυστών προς τα ανοιχτά, ώστε να εκτονωθεί η συσσώρευση των μαζών του νερού. Τα ρεύματα αυτά δημιουργούν διαβρώσεις κυρίως στα κενά.

Στην προκειμένη περίπτωση για την προστασία από τη διάβρωση της δυτικής ακτής Βατοπαιδίου, θα κατασκευαστεί σύστημα από δύο (2) κυματοθραύστες, παράλληλα της ακτής με διαστάσεις (βλ. Σχέδιο ΟΡ 1):

- μήκος 60,0μ (πυθμένα) - 50m (στέψη) και
- πλάτος 11,0μ (πυθμένα) - 8,5m (στέψη)

με πρηνή από λιθορριπή (παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται και στα λιμενικά έργα), αλλά και πυρήνα με φυσικούς ογκόλιθους.

Οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού των κυματοθραυστών φαίνονται παρακάτω (βλ. Σχέδια ΜΗΚ 1, ΔΙΑΤ 1-1' έως ΔΙΑΤ 12-12') :

1. Τα χαρακτηριστικά των υλικών θα είναι:

- Θωράκιση Φυσικών Ογκόλιθων (Φ.Ο.) 10 - 15ton
- Εσωτερ. Στρώση Φ.Ο. 1,0 - 1,5ton

- Προστασία πόδα Φ.Ο. 1,0 - 1,5ton
- Λιθορριπή πυρήνα 1 – 50Kg
- Λιθορριπή έδρασης 1 – 50Kg

2. Οι στρώσεις των Φ.Ο. θα κατασκευαστούν σε δυο στοιβάδες.

3. Τα πάχη των στρώσεων των Φ.Ο. παραμένουν σταθερά αλλά τα εμβαδά τους διαμορφώνονται ανάλογα με τη θέση και τον υφιστάμενο πυθμένα.

4. Το πάχος της στρώσης της λιθορριπής του πυρήνα διαμορφώνεται ανάλογα με τον υφιστάμενο πυθμένα, ενώ το πάχος της στρώσης της λιθορριπής έδρασης παραμένει σταθερό.

5. Τα όρια εκσκαφής εξυγίανσης καθορίζονται στο 1,0m κάτω από τον υφιστάμενο πυθμένα.

6. Επιτρεπόμενες αποκλίσεις πάχους στρώσεων:

Θωράκιση Φ.Ο. +25cm / -25cm

Εσωτερ. Στρώση Φ.Ο. +15cm / -15cm

Προστασία πόδα Φ.Ο. +15cm / -15cm

Λιθορριπή πυρήνα +10cm / -10cm

Λιθορριπή έδρασης +10cm / -10cm

7. Στα ακρομώλια των κυματοθραυστών τοποθετούνται τέσσερις (4) σημαδούρες με αναλάμπων φανό επί ανοξειδωτού ιστού σημαντήρος επί βάσης. Το σύστημα αγκύρωσης αποτελείται από 3 ναυτικά κλειδιά καταλλήλου μεγέθους, ένα (1) στρεπτήρα και μήκος καδένας διαμέτρου 16mm.

Ο ηλιακός φανός σημάνσεως έχει εμβέλεια 3 NM σε μετεωρολογική ορατότητα 10 NM. Θα έχει χρώμα ερυθρό και πράσινο αντίστοιχα με 30 αναλαμπές ανά λεπτό. Είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις υποδείξεις της IALA.

Ο ανακλαστήρας ραντάρ είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο και έχει την ιδιότητα λόγω μεγέθους και κατασκευής να αυξάνει την ανακλώμενη επιφάνεια κατά 8 φορές, δίδοντας πολύ καλή ηχώ στις οθόνες των ραντάρ των σκαφών που προσεγγίζουν την περιοχή.

Οι ογκόλιθοι θωράκισης μπορεί να είναι είτε φυσικοί (πέτρες λατομείου ακανόνιστης μορφής) είτε τεχνητοί (σκυρόδεμα συγκεκριμένης μορφής τετράποδα κ.α.). Για λόγους συμβατότητας με την αισθητική του τοπίου, έχει επιλεγεί η λύση των φυσικών ογκολίθων. Η προμήθεια των φυσικών ογκολίθων θα γίνει από ενεργό λατομείο και σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 09-06-01-00 «Θωρακίσεις Πρανών Λιμενικών Έργων και Έργων προστασίας ακτών». Κατά τη φάση της κατασκευής, οι πιο σκουρόχρωμοι φυσικοί ογκόλιθοι θα τοποθετηθούν στη στέψη του έργου.

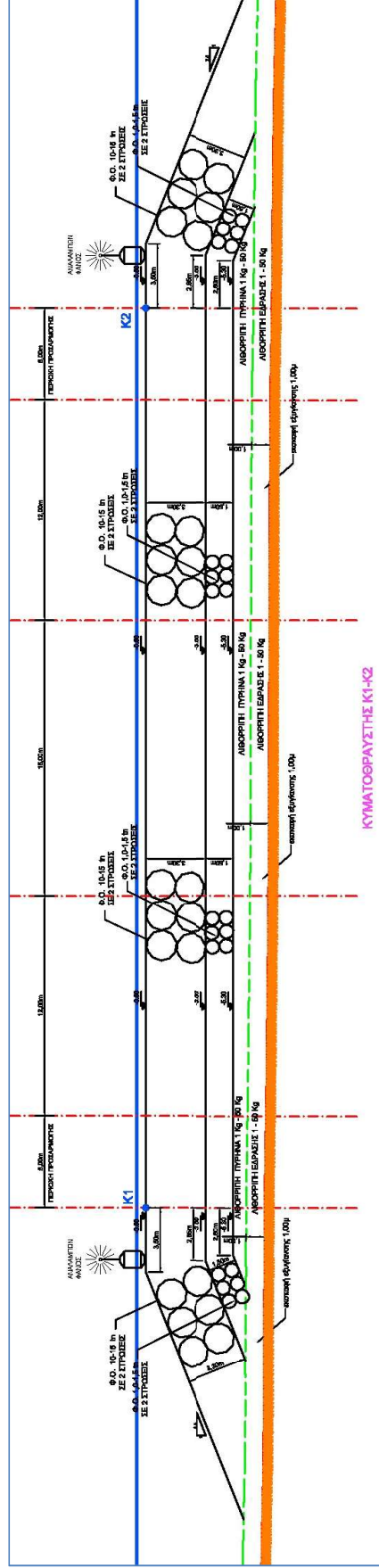
Η μεταφορά των υλικών (ογκόλιθοι) που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του λιμενικού έργου, με τους δυο κυματοθραύστες, θα γίνει με θαλάσσιο μέσο, από το πλησιέστερο ενεργό λατομείο, στο λιμάνι της Ι.Μ.Μ. Βατοπαιδίου.

Ο υπολογισμός της διάδοσης των κυμάτων στην παράκτια ζώνη της ακτής ενδιαφέροντος έγινε μέσω προσομοίωσης με χρήση του λογισμικού MIKE 21 (DHI) και συγκεκριμένα της μονάδας Spectral Waves (SW) όπου επιλύεται η εξίσωση μετάδοσης της πυκνότητας δράσης

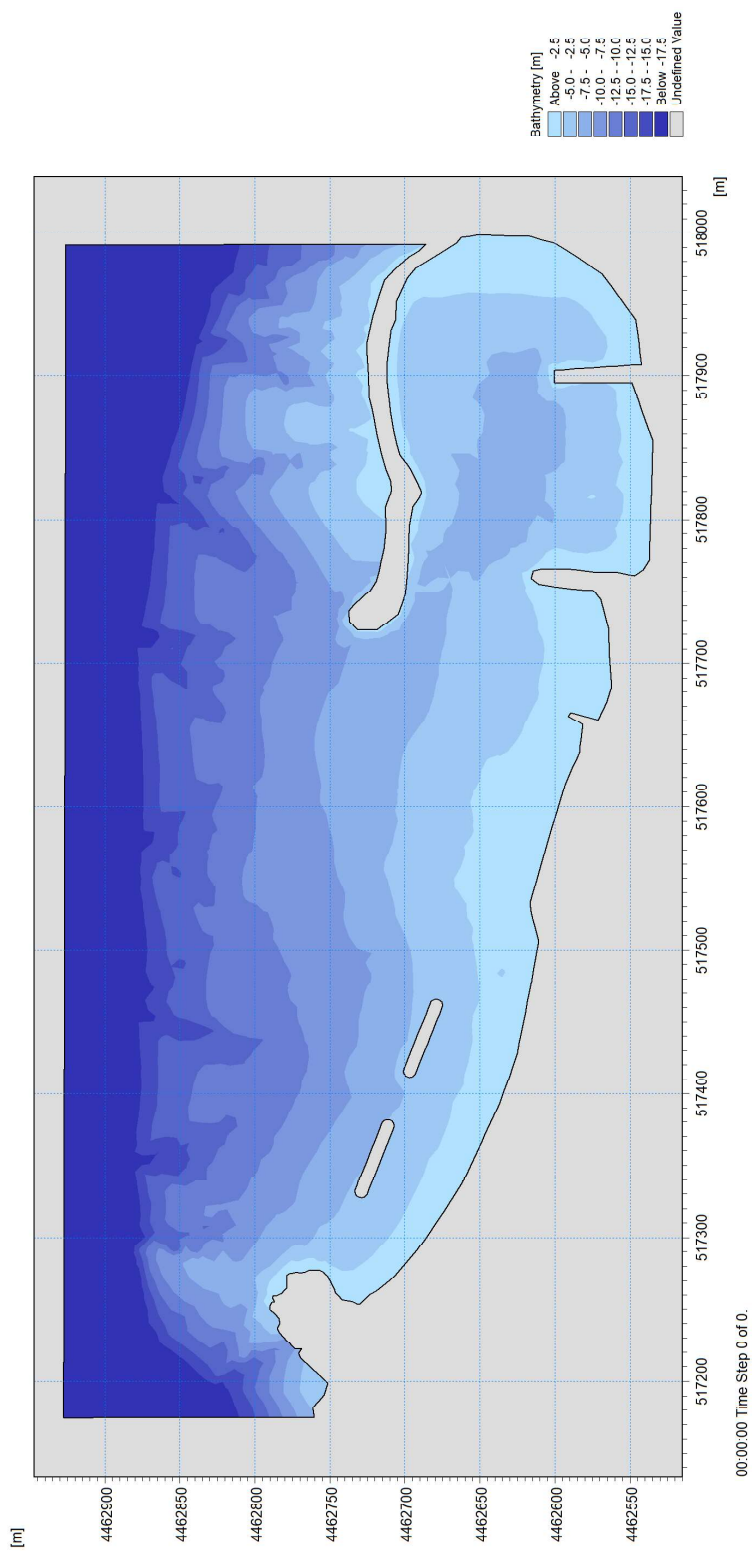
κυμάτων (wave action density). Τα δεδομένα βαθυμετρίας της παράκτιας ζώνης για τη συγκεκριμένη εφαρμογή προήλθαν από τοπογραφικές μετρήσεις τις οποίες μας παρείχε η Ιερά Μέγιστη Μονή Βατοπαιδίου. Με βάση αυτά τα δεδομένα, κατασκευάστηκε το υπολογιστικό πεδίο βαθυμετρίας της παράκτιας ζώνης πριν και μετά την κατασκευή του παράλληλου κυματοθραύστη σε μη-δομημένο πλέγμα.

Εξετάστηκε η επίδραση επερχομένων βορειοανατολικών κυματισμών με χαρακτηριστικό ύψος  $HS = 3,13\text{m}$  και βορείων κυματισμών με  $HS = 3,34\text{m}$  στην παράκτια ζώνη πριν και μετά την κατασκευή των παράλληλων κυματοθραυστών. Επισημαίνεται ότι εξετάζονται οι ετήσιοι και όχι οι ακραίοι κυματισμοί, καθώς σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική οι τελευταίοι σχετίζονται με τη διαστασιολόγηση του έργου και όχι με τη συμπεριφορά των παράκτιων διεργασιών λόγω της σπάνιας εμφάνισής τους.

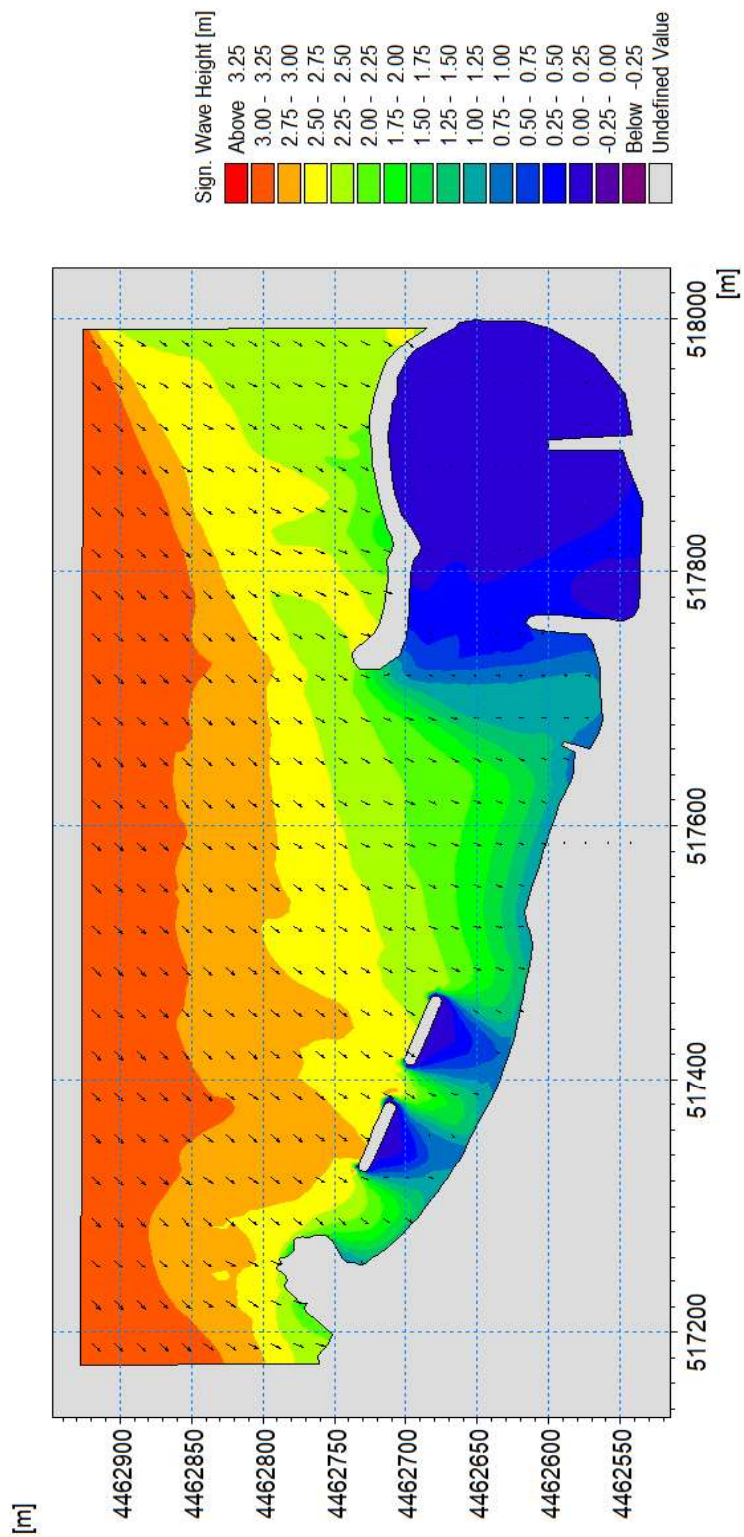
Τα αποτελέσματα κατανομής του χαρακτηριστικού ύψους και της ταχύτητας των κυμάτων φαίνονται στα αντίστοιχα Σχήματα (4.2 – 4.8) και καταδεικνύουν ότι η παρουσία των παράλληλων κυματοθραυστών προστατεύει αποτελεσματικά την ακτή ενώ ελάχιστα επηρεάζει τους κυματισμούς στην υπόλοιπη παράκτια ζώνη προς τον λιμένα.



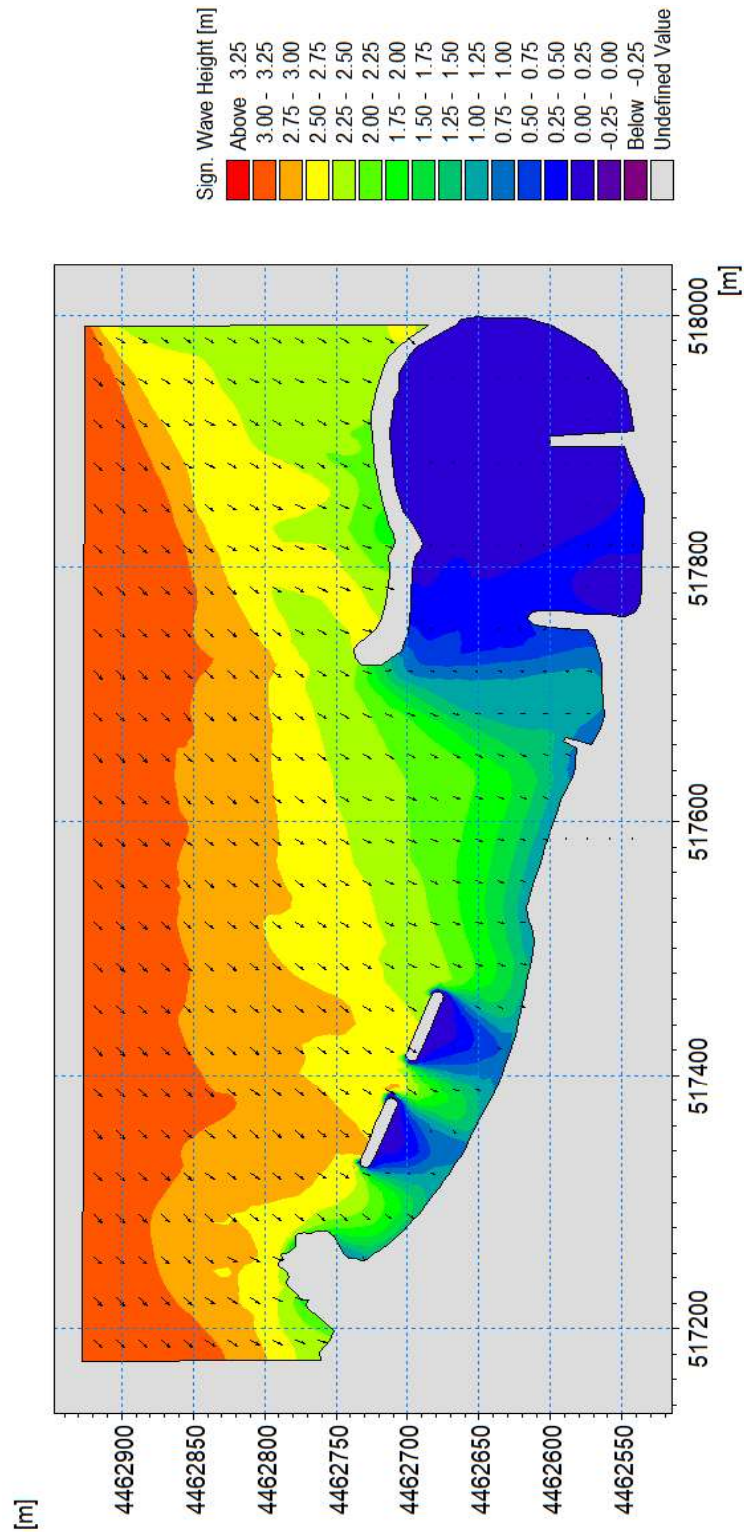
**Σχήμα 4.1:** Ενδεικτική μηκοτομή του κυματοθραύστη Κ1-Κ2 και όμοια είναι και του Κ3-Κ4.



**Σχήμα 4.2.** Το υπολογιστικό πεδίο βαθυμετρίας της παράκτιας ζώνης με παράλληλους κυματοθραύστες.



**Σχήμα 4.3** Κατανομή χαρακτηριστικού ύψους κύματος στην παράκτια ζώνη λόγω επερχόμενων βορείων κυματισμών με  $H_s = 3,34\text{m}$ .

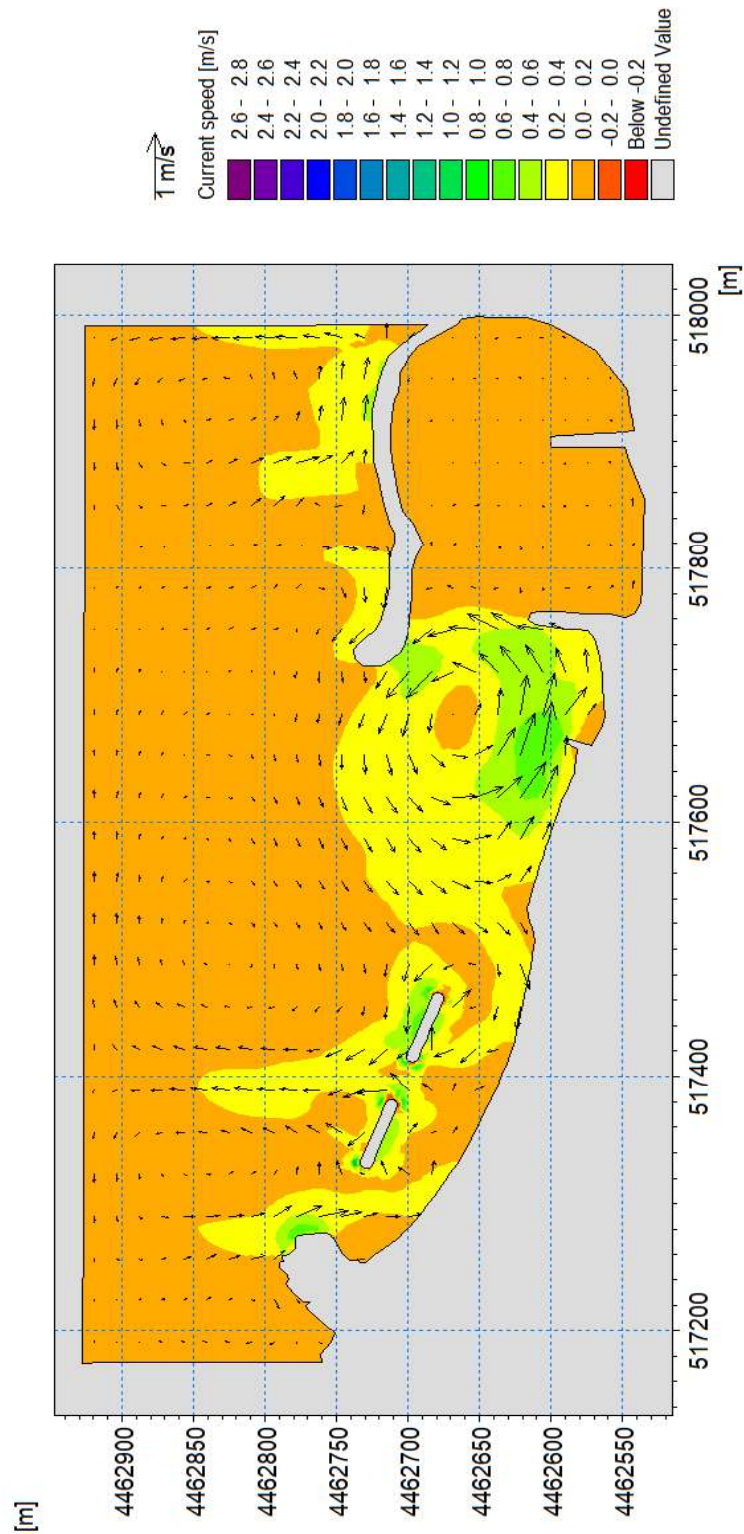


**Σχήμα 4.4** Κατανομή χαρακτηριστικού ύψους κύματος στην παράκτια ζώνη λόγω επερχόμενων βορειοανατολικών κυματισμών με  $H_s = 3,13\text{m}$ .

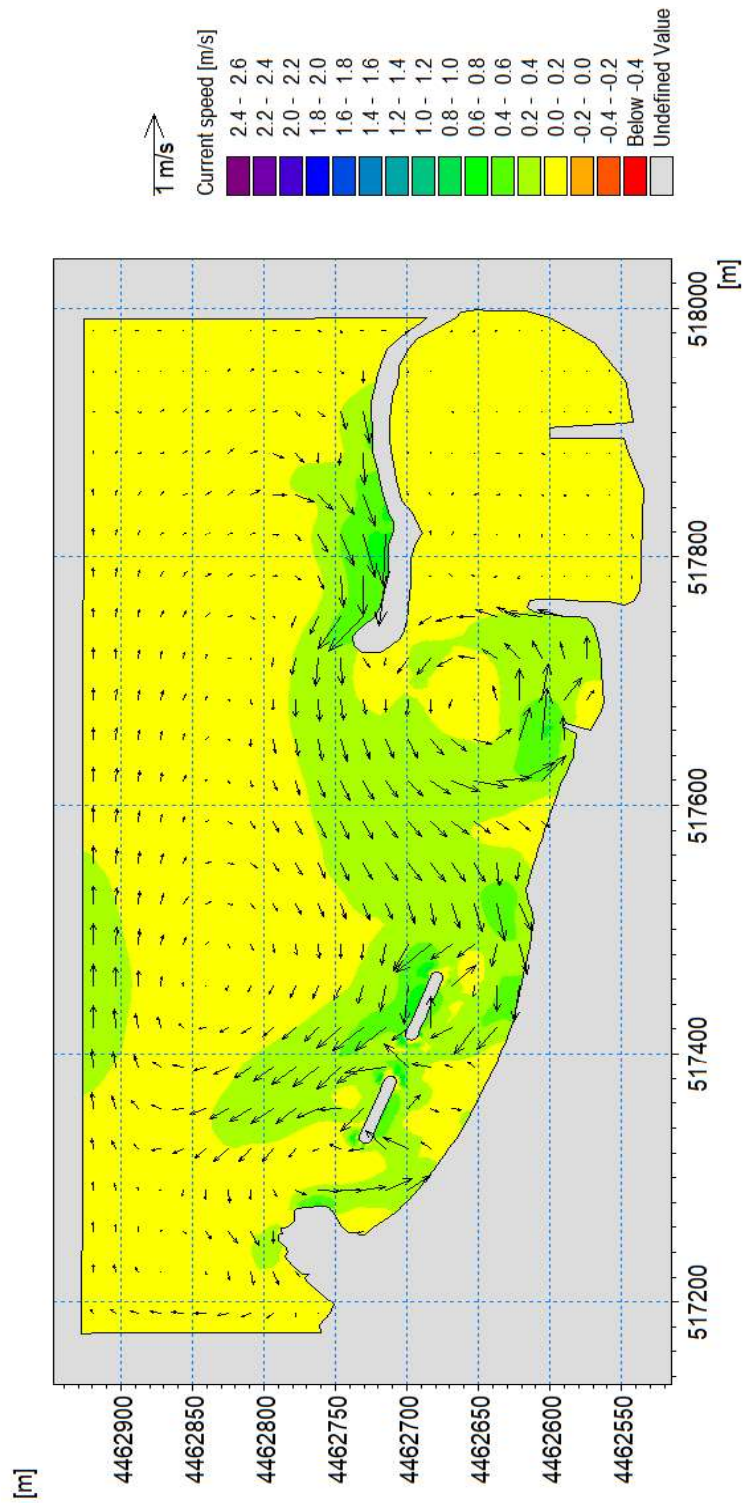
Ο υπολογισμός των κυματογενών ρευμάτων, της στερεομεταφοράς και της μεταβολής μορφολογίας του πυθμένα στην παράκτια ζώνη της ακτής ενδιαφέροντος έγινε μέσω προσομοίωσης με χρήση του λογισμικού MIKE 21 και συγκεκριμένα της μονάδας Flow Model (FM), όπου επιλύονται οι εξισώσεις συνέχειας και διατήρησης της ορμής για το δισδιάστατο πεδίο ταχυτήτων (μέση τιμή ως προς το βάθος), υπολογίζεται η στερεομεταφορά μέσω του μοντέλου των Engelund and Fredsoe και η μεταβολή της μορφολογίας του πυθμένα μέσω επίλυσης της εξίσωσης Exner. Η μονάδα FM λαμβάνει κυματικά δεδομένα από τη μονάδα SW. Τα δεδομένα κοκκομετρίας της παράκτιας ζώνης ( $D_{50} = 0.25$  mm) για τη συγκεκριμένη εφαρμογή προήλθαν από κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων, τα οποία μας παρείχε η Ιερά Μέγιστη Μονή Βατοπαιδίου. Οι προσομοιώσεις της μονάδας SW αντιστοιχούσαν σε πραγματικό χρόνο 8ώρης διάρκειας.

Τα αποτελέσματα κατανομής της κυματογενούς ανύψωσης και των κυματογενών ρευμάτων φαίνονται στα αντίστοιχα Σχήματα μετά από 8 ώρες προσομοίωσης.

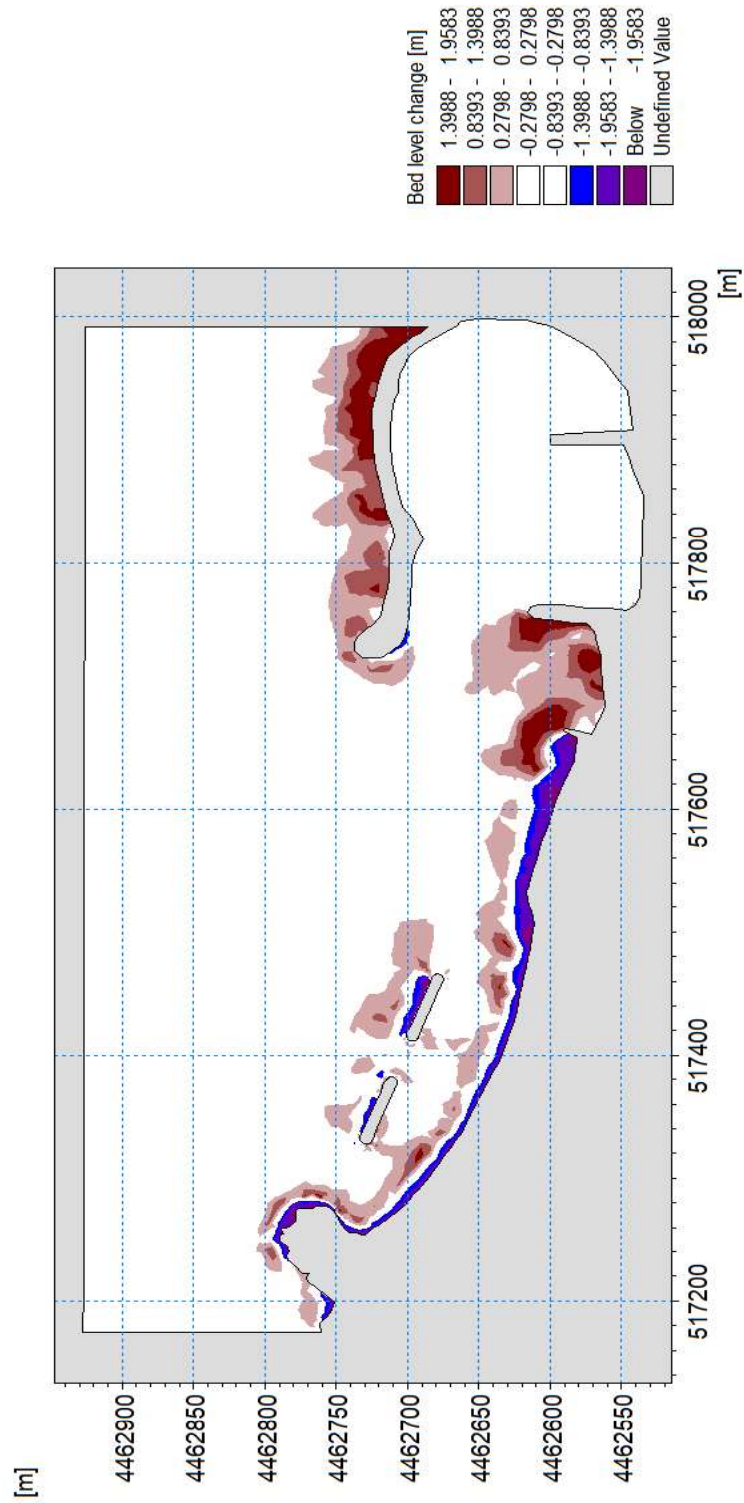




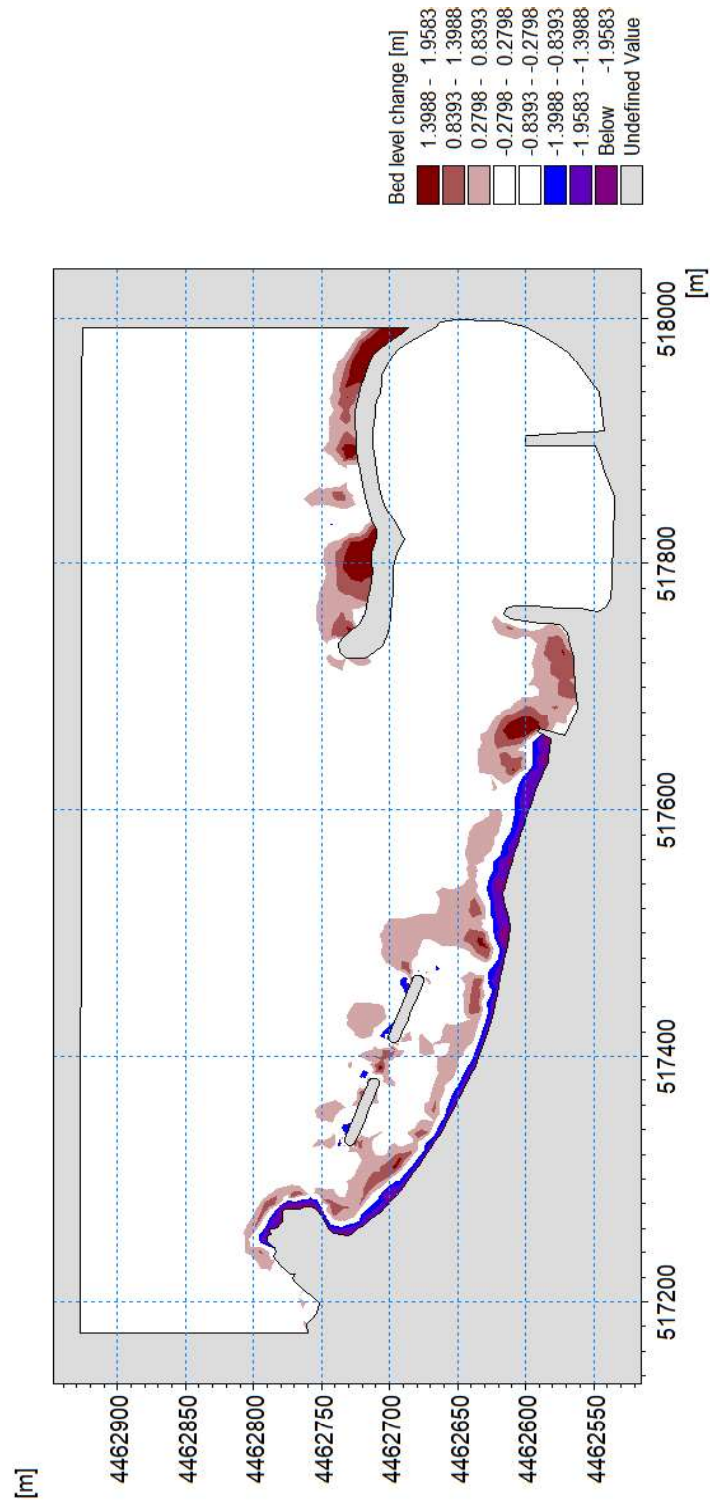
**Σχήμα 4.5** Κατανόμη κυματογενών ρευμάτων στην παράκτια ζώνη λόγω επερχόμενων βορείων κυματισμών με  $H_s = 3,34\text{m}$ . Το διανυσματικό πεδίο απεικονίζει την ταχύτητα των ρευμάτων.



**Σχήμα 4.6** Κατανόμηση κυματογενών ρευμάτων στην παράκτια ζώνη λόγω επερχόμενων βορειοανατολικών κυματισμών με  $H_s = 3,13\text{m}$ . Το διανυσματικό πεδίο απεικονίζει την ταχύτητα των ρευμάτων.



**Σχήμα 4.7** Κατανομή μεταβολής μορφολογίας πυθμένα στην παράκτια ζώνη λόγω επερχομένων βορείων κυματισμών με  $H_s = 3,34\text{m}$ .



**Σχήμα 4.8** Κατανομή μεταβολής μορφολογίας πυθμένα στην παράκτια ζώνη λόγω επερχόμενων βορειοανατολικών κυματισμών με  $H_s = 3,13\text{m}$ .

Παρατηρείται ότι η παρουσία των παράλληλων κυματοθραυστών μειώνει τουλάχιστον στο ήμισυ την κυματογενή ανύψωση στην ακτή, αποτέλεσμα το οποίο συμβάλει θετικά στην προστασία του παράκτιου τοίχου της ακτής, ενώ σημαντική μείωση επέρχεται και στο μέτρο των κυματογενών ρευμάτων παράλληλα και κοντά στην ακτογραμμή, αποτέλεσμα το οποίο συμβάλει στη δραστική μείωση της διάβρωσης της ακτής.

Τα αποτελέσματα κατανομής της μεταβολής της μορφολογίας του πυθμένα λόγω μεταφοράς ιζήματος φαίνονται στα αντίστοιχα σχήματα. Η μεταβολή της μορφολογίας του πυθμένα είναι γραμμική ως προς το χρόνο.

Παρατηρείται ότι η επίδραση των παράλληλων κυματοθραυστών στην παράκτια ζώνη λόγω των βορείων κυματισμών είναι σημαντικά εντονότερη από αυτήν λόγω των βορειοανατολικών κυματισμών. Συγκεκριμένα, από τα Σχήματα φαίνεται ότι η παρουσία των κυματοθραυστών μειώνει αισθητά τη μεταβολή της μορφολογίας του θαλασσίου πυθμένα στο μέσον κατά μήκος της ακτής και πλησίον της ακτογραμμής.

Θεσσαλονίκη, Απρίλιος 2018

Ο συντάξας

  
ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ  
ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, MSc ΘΑΛΛΑΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΑΦΡΟΔΙΤΗΣ 34 - Αρ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 153 41  
τηλ: 6944555600 - email: kspyro@gmail.com  
ΑΦΜ 031001355 - ΔΟΥ ΧΟΛΑΡΓΟΥ